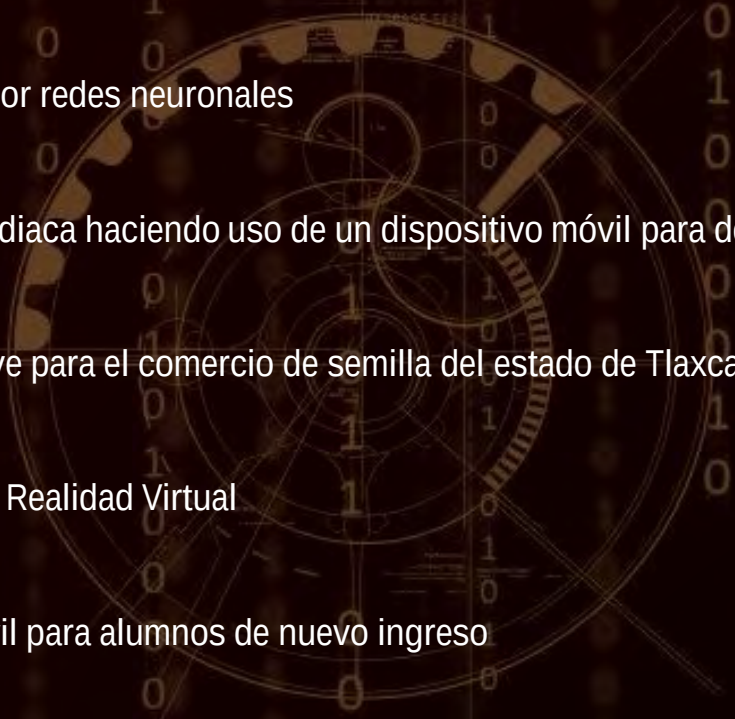


# REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



- 
1. La distribución estacionaria en un modelo estocástico de intercambio de información
  9. Control de vuelos aéreos por redes neuronales
  17. Monitor de frecuencia cardiaca haciendo uso de un dispositivo móvil para detectar arritmias
  29. SemiTlax: Web Responsive para el comercio de semilla del estado de Tlaxcala
  38. Evolución de la tierra con Realidad Virtual
  46. RA-UATx: Aplicación móvil para alumnos de nuevo ingreso
  56. Recorrido virtual del Fuerte de Loreto



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

*Dr. Luis Armando González Placencia*  
Rector

*Dr. Enrique Vázquez Fernández*  
Secretario Académico

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

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

*Mtro. José Antonio Durante Murillo*  
Secretario Técnico

*Lic. Rosamparo Flores Cortés*  
Secretaria Administrativa

*Dr. Rodolfo Ortiz Ortiz*  
Secretario de Autorrealización

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

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

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

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

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

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



## Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

## Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 7, No. 14, Julio-Diciembre 2018, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <http://ingenieria.uatx.mx/iztatl-computacion/revistas.html>, [iztatl.computacion@gmail.com](mailto:iztatl.computacion@gmail.com). Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016- 102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 3 de diciembre de 2018.

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

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

# Comité Revisor

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

## Universidades

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

**UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala**

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

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





Estamos presentando la edición No.14 de la Revista Iztatl Computación, la cual cuenta con 7 artículos realizados en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, arbitrados por nuestro equipo revisor, el cual ha ido creciendo en los últimos años.

Los artículos que conforman esta edición son:

1. La distribución estacionaria en un modelo estocástico de intercambio de información realizado por F. Javier Albores-Velasco, Leticia Flores-Pulido, presenta la construcción un sistema de ecuaciones de equilibrio, un sistema de ecuaciones algebraicas de alta dimensión, y se propone un algoritmo matricial para encontrar su solución.
2. Control de vuelos aéreos por redes neuronales de Jorge Arturo Flores-López, Leticia Flores-Pulido, Iván Herrera-Pérez, Maritza Yaneth Martínez-Zecua, Luis Ángel Salamanca-Vázquez, Roberto Vázquez-Arroyo. En el proyecto Control de vuelos aéreos se realiza un análisis para la detección de colisión de rutas con los siguientes grupos: colisión (C), posible colisión (PC) y no colisión de vuelos (NC).
3. Monitor de frecuencia cardiaca haciendo uso de un dispositivo móvil para Detectar Arritmias de María Fernanda Corona Corona, Alejandro López Guzmán, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi. En el artículo presentan el desarrollo de una aplicación móvil para monitorear la frecuencia cardiaca, que permite detectar posibles arritmias en los pacientes de forma rápida y sencilla con la finalidad de prevenir complicaciones en la salud.
4. SemiTlax: Web Responsive para el comercio de semilla del Estado de Tlaxcala de Vidal León González, German Rojas Méndez y Marva Angélica Mora Lumbreras se enfoca en la comercialización de semilla agrícola en sus diversos periodos activos.

5. Evolución de la tierra con realidad virtual realizado por Julio Cesar Pozos Cervantes, Marva Angélica Mora Lumbreras, se presenta el uso de este mundo virtual como medio de aprendizaje, compuesto de: La formación del planeta, La Luna, Aparición de los dinosaurios, Extinción de los dinosaurios, Aparición del Homo Erectus y Mundo Actual.
6. RA-UATx: Aplicación Móvil para alumnos de nuevo ingreso de Fernanda Leticia Flores García, Moisés Lara Mateos, Marva Angélica Mora Lumbreras, RA-UATx ofrece la oportunidad de presentar las diferentes Facultades de la Universidad Autónoma de Tlaxcala con Realidad Aumentada para poder interactuar con ella desde su dispositivo móvil y observando desde tecnología 3D a la universidad haciéndola más llamativa.
7. Recorrido Virtual del Fuerte de Loreto, presentado por Jesús Rosas Lima, Oswaldo Soria del Razo, Marva Angélica Mora Lumbreras, en este proyecto se presenta un recorrido virtual de los Fuertes de Loreto, donde se libró la batalla de Puebla del 5 de mayo desarrollado Unity y Blender

Consideramos que la revista contiene temas de gran relevancia para el área de Computación, por lo que los invitamos a disfrutar de la edición, e invitamos a que nos compartan sus proyectos para los próximos números,

Marva Angélica Mora Lumbreras  
Editora responsable



# Índice

1. La distribución estacionaria en un modelo estocástico de intercambio de información  
*F. Javier Albores–Velasco, Leticia Flores–Pulido*
- 9 Control de vuelos aéreos por redes neuronales  
*Jose Arturo Flores-López, Leticia Flores-Pulido, Ivan Herrera-Pérez, Maritza Yaneth Martínez-Zecua, Luis Angel Salamanca-Vázquez, Roberto Vázquez-Arroyo*
17. Monitor de frecuencia cardiaca haciendo uso de un dispositivo móvil para detectar arritmias  
*Maria Fernanda Corona Corona, Alejandro López Guzmán, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi*
29. SemiTlax: Web Responsive para el comercio de semilla del Estado de Tlaxcala  
*Vidal León González, German Rojas Méndez y Marva Angélica Mora Lumbreras*
38. Evolución de la tierra con realidad virtual  
*Julio Cesar Pozos Cervantes, Marva Angélica Mora Lumbreras*
46. RA-UATx: Aplicación móvil para alumnos de nuevo ingreso  
*Fernanda Leticia Flores García, Moisés Lara Mateos, Marva Angélica Mora Lumbreras*
56. Recorrido virtual del Fuerte de Loreto  
*Jesús Rosas Lima, Oswaldo Soria del Razo, Marva Angélica Mora Lumbreras*



# La distribución estacionaria en un modelo estocástico de intercambio de información

F. Javier Albores-Velasco, Leticia Flores-Pulido \*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{franciscojavier.albores.v, leticia.flores.p}@uatx.mx  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido: 6 de noviembre de 2018, Aceptado: 15 de noviembre de 2018,  
Versión final: 30 de noviembre de 2018*

**Resumen** Se considera un sistema bifásico de colas como el modelo de un sistema de intercambio de información entre un número finito de fuentes y un buffer externo. Se construye el sistema de ecuaciones de equilibrio, un sistema de ecuaciones algebraicas de alta dimensión, y se propone un algoritmo matricial para encontrar su solución: la distribución estacionaria del sistema. La realización del algoritmo permite calcular características del sistema tales como la probabilidad de pérdida de información y la del promedio de demandas en la segunda fase, característica importante para determinar la capacidad necesaria del buffer en el sistema de intercambio.

**Abstract** A two-phase system of queues is considered as the model of an information exchange system between a finite number of sources and an external buffer. The equilibrium equations system is built, which is a system of high-dimensional algebraic equations, and a matrix algorithm is proposed to find its solution: the stationary distribution of the system. The algorithm realization allows to calculate system characteristics such as the probability of loss of information and the average of demands in the second phase, an important characteristic to determine the necessary capacity of the buffer in the exchange system.

**Palabras Clave:** Cómputo explícito, Sistemas algebraicos, Teoría de colas, Soluciones algorítmicas, Procesos markovianos.

---

\* Agradecemos a la FCBIyT de la UAT las facilidades prestadas para realizar esta investigación.

## 1. Introducción

En la actualidad, existe un amplio círculo de problemas de aplicación que se resuelven con los métodos de la Teoría de Colas (TC). Aquí, cabe destacar toda una serie de problemas que surgen al estudiar modelos de funcionamiento de computadoras y, en primer lugar, problemas relacionados con el control de los procesos de cómputo [1].

En el presente trabajo se considera un modelo de intercambio de información en un sistema de cómputo en el que la información que entra por varios canales de comunicación, antes de escribirse en una unidad de entrada y salida externa, se acumula en un buffer, dividido en zonas. A cada mensaje entrante se le asigna en el buffer una zona de longitud fija de entre las zonas que se encuentren libres. Adicionalmente se establece que la información puede copiarse a la unidad externa solo cuando se llena la zona o cuando termina el mensaje. En consecuencia, la parte activa del buffer consiste de zonas en proceso de llenado de información y de zonas ya llenas, en espera de que su información sea transmitida a la unidad de salida, como se muestra en la Figura 1.

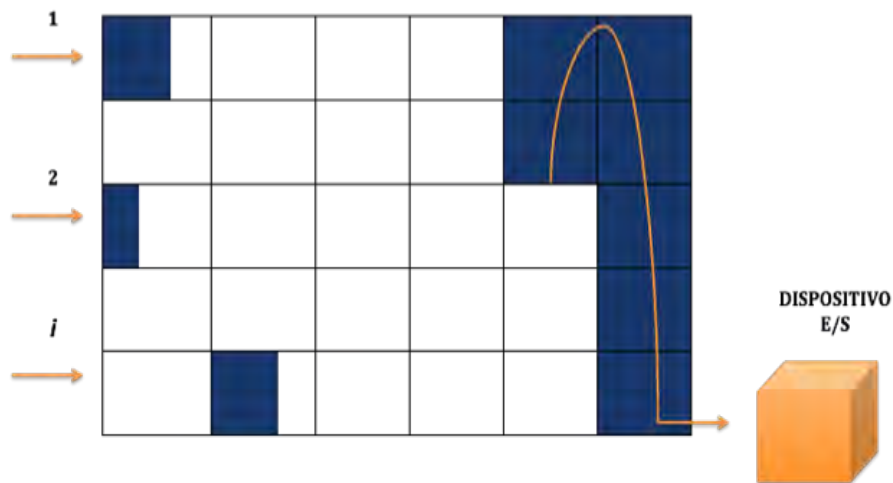


Figura 1: Sistema de intercambio de información.

Un modelo similar a este fue planteado en [3] como un sistema de colas y, para estimar el volumen requerido del buffer, se obtuvo una solución

aproximada. En este artículo se va a presentar una solución exacta, bajo las mismas suposiciones acerca del flujo, el servicio y los parámetros del sistema.

## 2. Modelo matemático para un buffer finito

### 2.1. Planteamiento del problema y ecuaciones de equilibrio

El sistema considerado puede modelarse como el sistema bifásico de colas que se representa en la Figura 2. A la primera fase, que consiste de  $n$  aparatos idénticos trabajando en paralelo, entra un flujo de Poisson de segundo orden (con intensidad que depende del estado), con una intensidad de arribo de cada fuente igual a  $\lambda$ . El tiempo de servicio de una tarea en cualquiera de los aparatos tiene distribución exponencial con parámetro  $\mu$ . Vamos a suponer que los aparatos de la primera fase están numerados del 1 al  $n$ . Una demanda que entra a la primera fase, ocupa el aparato libre con el menor número. Una demanda que termina su servicio en la primera fase, entra a la segunda, que consiste de un solo aparato y un número finito  $r$  de lugares de espera. El tiempo de servicio de las demandas en la segunda fase tiene distribución exponencial con parámetro  $\nu$  y se atienden en el orden de su llegada. Como se cuenta con  $r$ ,  $0 \leq r < \infty$  lugares de espera, vamos a suponer que si un cliente termina su servicio en la primera fase y encuentra la segunda fase saturada, es un cliente que se pierde.

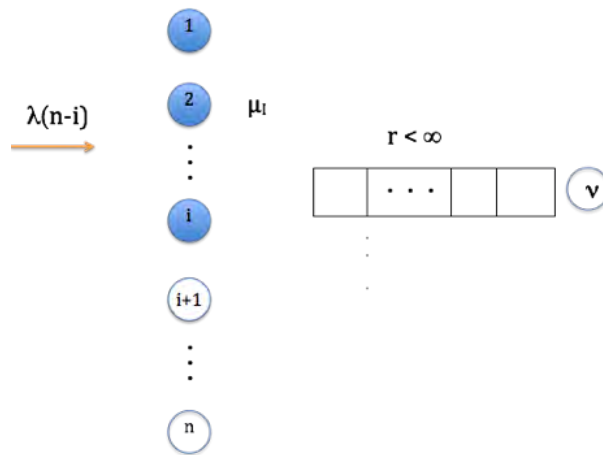


Figura 2: Modelo matemático del sistema.

El funcionamiento de este sistema de colas se puede describir por un proceso markoviano homogéneo  $X(t)$ ,  $t \geq 0$ , sobre el conjunto de estados

$$\chi = \{(i, j) | i = \overline{0, n}, \quad j = 0, 1, 2, \dots, R\},$$

donde  $R = r + 1$ . Aquí, el estado  $(i, j)$  significa que en un momento determinado en la primera fase están ocupados  $i$  aparatos (se están llenando  $i$  zonas) y en la segunda fase (en el aparato y en la cola) hay  $j$  demandas (se tienen  $j$  zonas llenas).

Sea

$$p_{ij} = \lim_{t \rightarrow \infty} \mathcal{P}\{X(t) = (i, j)\},$$

estas probabilidades estacionarias existen (el conjunto de estados es finito) y satisfacen el siguiente Sistema de Ecuaciones de Equilibrio [2]:

$$\begin{aligned} [\lambda_i + \mu_i + u(j)\nu]p_{i,j} &= u(i) \lambda_{i-1} p_{i-1,j} + \nu u(R-j)p_{i,j+1} + \\ &u(j)u(n-i)\mu_{i+1}p_{i+1,j-1}, \quad i = \overline{0, n}, \quad j = \overline{0, R}, \end{aligned} \quad (1)$$

donde

$$\lambda_i = (n-i)\lambda, \quad \mu_i = i\mu$$

y

$$u(x) = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ 0, & x \leq 0. \end{cases} \quad (2)$$

Es fácil mostrar que el funcionamiento del sistema en el régimen estacionario se puede reescribir matricialmente de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} A_0 \mathbf{p}_0 + \nu \mathbf{p}_1 &= 0, \\ B \mathbf{p}_k + A_1 \mathbf{p}_k + \nu \mathbf{p}_{k+1} &= 0, \quad k = \overline{1, r}, \\ B \mathbf{p}_{R-1} + A_2 \mathbf{p}_R &= 0, \quad R = r + 1, \end{aligned} \quad (3)$$

donde  $\mathbf{p}_k^T = (p_{0k}, p_{1k}, \dots, p_{nk})$ ,  $k = \overline{0, R}$

$$A_k = (a_{ij}^{(k)}), \quad i, j = \overline{1, n+1}, \quad k = \overline{0, 2} \quad (4)$$

$$a_{ij}^{(k)} = \begin{cases} -(\lambda_{i-1} + \mu_{i-1} + u(k)\nu), & i = j = \overline{1, n+1}, \\ \lambda_{i-1}, & i-1 = j = \overline{1, n}, \\ \mu_i u(k-1), & i+1 = j = \overline{2, n+1}, \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (5)$$

$$B = (b_{ij}), \quad i, j = \overline{1, n+1}, \quad (6)$$

$$b_{ij} = \begin{cases} \mu_i, & i+1 = j = \overline{2, n+1}, \\ 0, & \text{en otro caso.} \end{cases} \quad (7)$$

En el trabajo [4] se propuso un método matricial para la solución de sistemas de la forma (3). De acuerdo con él, vamos a buscar la solución para los vectores  $\mathbf{p}_k$ ,  $k = \overline{0, R}$ , en la forma:

$$\mathbf{p}_k = W_k \mathbf{p}_0, \quad (8)$$

donde  $W_k$ , por el momento, son matrices desconocidas. Si sustituimos (8) en (3) obtenemos una relación recurrente para la definición de las matrices  $W_k$ :

$$\begin{aligned} W_0 &= I, \\ W_1 &= -\nu^{-1} A_0, \\ W_{k+1} &= \nu^{-1} (A_1 W_k + B W_{k-1}), \quad k = \overline{1, r}, \end{aligned} \quad (9)$$

donde  $I$  es la matriz identidad. De la última ecuación de (3) se obtiene que

$$W_{R+1} = A_2 W_R + B W_{R-1} \quad (10)$$

y que

$$W_{R+1} \mathbf{p}_0 = \mathbf{0}. \quad (11)$$

Para determinar el vector  $\mathbf{p}_0$  a partir de (11) es necesario considerar la condición de normalización que, en nuestro caso, se puede escribir como

$$\mathbf{1}^T \left( \sum_{i=0}^R W_i \right) \mathbf{p}_0 = 1. \quad (12)$$

El siguiente paso del algoritmo consiste en construir un sistema no homogéneo de ecuaciones con matriz de coeficientes  $W$ , que consiste de

los elementos de  $W_{R+1}$  con el primer renglón sustituido por los elementos del vector

$$\mathbf{1}^T \sum_{i=0}^R W_i \quad (13)$$

y con vector derecho  $\mathbf{e}_1^T = (1, 0, \dots, 0)$ .

Entonces, para determinar  $\mathbf{p}_0$ , se debe resolver el sistema

$$W\mathbf{p}_0 = \mathbf{e}_1. \quad (14)$$

Una vez encontrado, de (14), el vector  $\mathbf{p}_0$ , a partir de (8), podemos encontrar toda la distribución de probabilidades.

### 3. Resultados numéricos

Para verificar la eficiencia del algoritmo se calcularon dos características del sistema: la probabilidad de pérdida de una demanda, lo que ocurre cuando al intentar entrar al buffer lo encuentra lleno, y el promedio de demandas en la segunda fase.

Se definen las siguientes magnitudes derivadas de la distribución estacionaria:

$$p_{.,k} = \sum_{i=0}^n p_{ik}, \quad k = \overline{0, R},$$

entonces, la probabilidad de pérdida será:

$$\pi = p_{.,R} \quad (15)$$

y el promedio de clientes en la segunda fase será:

$$E(X) = \sum_{k=1}^R kp_{.,k} \quad (16)$$

Consideremos, para claridad en la exposición, que

$$\lambda = 1, \quad \mu = 1, \quad \nu = 3, \quad r = 3, \quad n = 3.$$

entonces, la distribución estacionaria, en este caso de 16 componentes, calculada por el algoritmo será:

$$\mathbf{p}^T = (0.0415, 0.1655, 0.2175, 0.0940, 0.0415, 0.1240, 0.1072, 0.0215,$$

0.0278, 0.0616, 0.0376, 0.0073, 0.0142, 0.0239, 0.0127, 0.0021).

En este caso

$$\pi = 0.0529$$

y, el promedio de demandas en la fase 2, es:

$$E(X) = 0.7217.$$

En este mismo caso, si se hace variar el parámetro  $\nu$  desde 0.5 hasta 5 con incrementos de 0.5, el comportamiento de ambas características se observa en las gráficas que se muestran en la Figura 3.

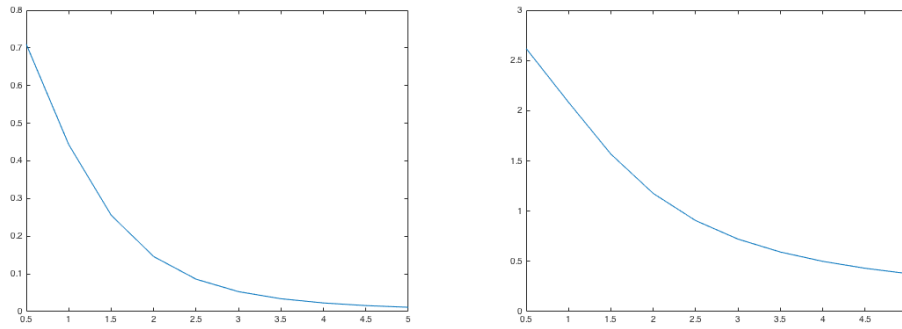


Figura 3: Características numéricas del sistema.

## 4. Conclusiones

Se construyó un algoritmo eficiente para el cálculo de una distribución estacionaria para un sistema bifásico de colas. La dimensión del sistema de ecuaciones de equilibrio en el modelo propuesto es de  $(n + 1)(r + 1)$  y el algoritmo reduce la complejidad a la solución de un sistemas de ecuaciones de dimension  $n + 1$  construyendo, con aritmética matricial una sucesión adecuada de matrices auxiliares. El algoritmo puede verse como una herramienta para la evaluación de un funcional multiparamétrico, lo que podría ser de utilidad si se resolviera un problema de optimización, por ejemplo, para estimar el volumen necesario  $r$  del buffer.

## Referencias

1. Neuts Marcel F., *Matrix-geometric solutions in stochastic models: an algorithmic approach*, Dover Publications, New York, 1994.
2. Bocharov P.P., Pechinkin A.V., Albores F.J., *Teoría de Colas*, Departamento de Ingeniería y Tecnología, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas 395 pág, México 1997.
3. Sergeeva T.P., *Estimación del volumen de la memoria de almacenamiento en un sistema de intercambio de información (en ruso)*, Compilación de trabajos científicos del CNIIS, N° 22, 2005.
4. Basharin G.P., Gromov A.I., *Un método matricial para determinar la distribución la distribución estacionaria de algunos sistemas de colas no estándares (en ruso)*, Avtomatiza y Telemexanica, N° 1, 1978.



# Control de Vuelos Aéreos por Redes Neuronales

Jorge Arturo Flores-López, Leticia Flores-Pulido, Ivan Herrera-Pérez,  
Maritza Yaneth Martínez-Zecua, Luis Angel Salamanca-Vázquez,  
Roberto Vázquez-Arroyo

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{arturh11florelo, aicitel.flores, lhp96, yanetzecua.13, angel.salamanca,  
robertva84}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido: 6 de noviembre de 2018, Aceptado: 15 de noviembre de 2018,  
Versión final: 30 de noviembre de 2018*

**Resumen** En el proyecto Control de vuelos aéreos se realiza un análisis para la detección de colisión de rutas con los siguientes grupos: colisión (C), posible colisión (PC) y no colisión de vuelos (NC). La clasificación de estos tres grupos se realiza por medio de Redes Neuronales Artificiales (RNA), específicamente con la utilización de dos tipos de aprendizaje, Mapas Auto-Organizativos (SOM) y Retropropagación (término utilizado para el modelo de red neuronal *Backpropagation*), es decir, aprendizaje no supervisado y supervisado. La utilización de SOM es debido a que el algoritmo nos permite realizar un análisis con enfoque topográfico, tomando en cuenta todo el territorio mexicano para la detección de colisiones, también obtuvimos una ventaja de este método al no hacer uso de targets ya que SOM nos permite visualizar vistas de baja dimensión en datos de alta dimensión. La implementación de Backpropagation se realizó debido a su eficiencia en problemas grandes puesto que al entrenar la RNA en las capas intermedias se organiza de tal modo que el aprendizaje identifica características del espacio de entrada, permitiendo minimizar el error obtenido durante un período de tiempo entre la salida de una neurona y el valor deseado de tal salida. Posteriormente se realiza una comparación de los resultados obtenidos en SOM contra los adquiridos en Backpropagation, encontrando diferencias significativas para el proyecto de detección de colisiones en el sistema de control de vuelos que aquí se presenta.

**Abstract** In the project Control of air flights, an analysis is carried out for the detection of collision of routes with the following groups: collision (C), possible collision (PC) and non-collision of flights (NC). The classification of these three groups is done through Artificial Neural Networks (ANN), specifically with the use of two types of learning, Self-Organizing Maps (SOM) and Backpropagation, that is, unsupervised and supervised learning. The use of SOM is due to the fact that the algorithm allows us to carry out an analysis with a topographical approach, taking into account the entire Mexican territory for the detection of collisions, we also obtained an advantage of this method by not using targets since SOM allows us to view low dimension views in high dimension data. The implementation of Backpropagation was done due to its efficiency in big problems since when training the RNA in the intermediate layers it is organized in such a way that the learning identifies characteristics of the input space, allowing to minimize the error obtained during a period of time between the output of a neuron and the desired value of such output. Subsequently, a comparison of the results obtained in SOM against those acquired in Backpropagation is made, finding significant differences for the project of collision detection in the flight control system presented here.

**Palabras Clave:** Control de tráfico aéreo, Detección de colisiones, Redes Neuronales Artificiales, Mapas Auto-Organizativos, Retropropagación.

**Keywords:** Air Traffic Control, Collision Detection, Artificial Neural Networks, Self-Organizing Maps, Backpropagation.

## 1. Introducción

En este trabajo se realiza un análisis de un Control de Vuelos Aéreos en el que nuestro país se encuentra bajo la regulación de servicios a la navegación en el espacio aéreo mexicano (SENEAM) empresa que ofrece uno de los servicios más importantes para la seguridad aérea en el de control de tránsito aéreo que se presta a todas las aeronaves que vuelan en el espacio aéreo mexicano sujetas a un plan de vuelo específico. El trabajo de los controladores contiene sensibles ordenamientos registrados en diversos convenios internacionales. En este sentido, el SENEAM es una empresa que entre sus prioridades tiene que cumplir con esas reglamentaciones sin contraponerse, las cuales implican: generar sistemas de información, crear programas de seguridad operacional, diseñar programas de formación de controladores, capacitar a los Controladores de Tránsito Aéreo, revisar procedimientos de las operaciones realizadas, así como el número de aeronaves bajo control, horas pico de tráfico aéreo, tráfico extraño y eventos imprevistos.

## 2. Diagrama General del Comparador de Vuelos Aéreos.

En el diagrama general, se comienza con la recolección de datos, que en este caso se generaron aleatoriamente con altitud, longitud y latitud de la zona de territorio mexicano además de hora y minutos. La generación de datos aleatorios es una manera de poder probar la hipótesis de nuestro proyecto, debido a la complejidad en permisos que conllevaría conseguir datos reales. Por otro lado, los datos son generados con límites reales, es decir: con latitudes, longitudes y altitudes geográficamente válidas para territorio mexicano. Sin embargo, la exactitud de dichos datos no es real, debido a que las coordenadas son del conocimiento de los expertos de vuelo, y son datos inaccesibles incluso para los clientes usuales. Teniendo una base de datos numérica real, la adaptabilidad del sistema no implicaría complejidad alguna. Una vez que se obtienen los datos, pasamos a la normalización para tener valores entre -0.5 y 0.5, y así poder ingresarlos a la Red Neuronal Artificial SOM y Backpropagation para finalmente observar las diferencias que realiza cada una de estas RNA en torno a la clasificación de los tres grupos manejados de colisiones.

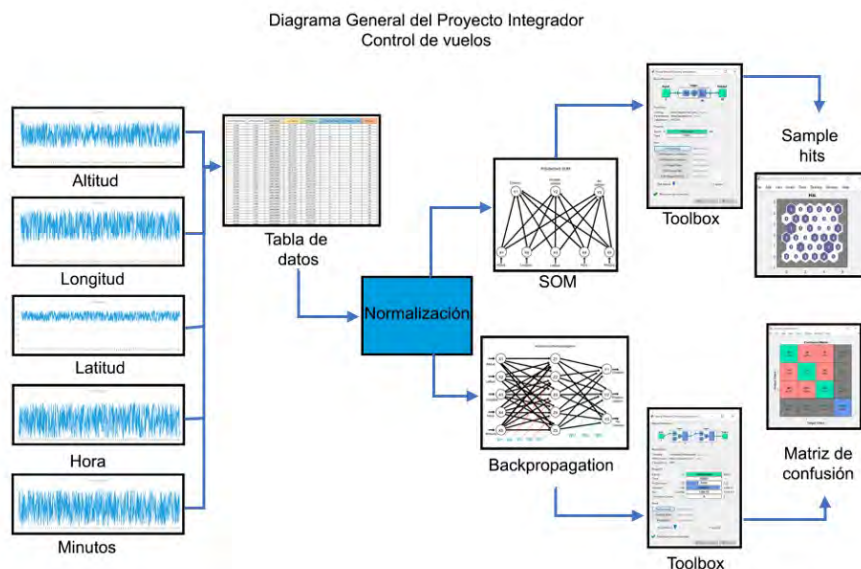


Figura 1: Diagrama General del Sistema de Control de Vuelos Aéreos.

### 3. Red Neuronal de Mapas Auto-Organizativos

El aprendizaje no supervisado consiste en modificar repetidamente los pesos de una RNA en respuesta a patrones de activación, y de acuerdo a reglas prescritas, hasta que una configuración final se desarrolle, descubriendo por sí mismos patrones o características significativas en los datos de entrada. La topología de éste modelo se muestra en la Figura 2.

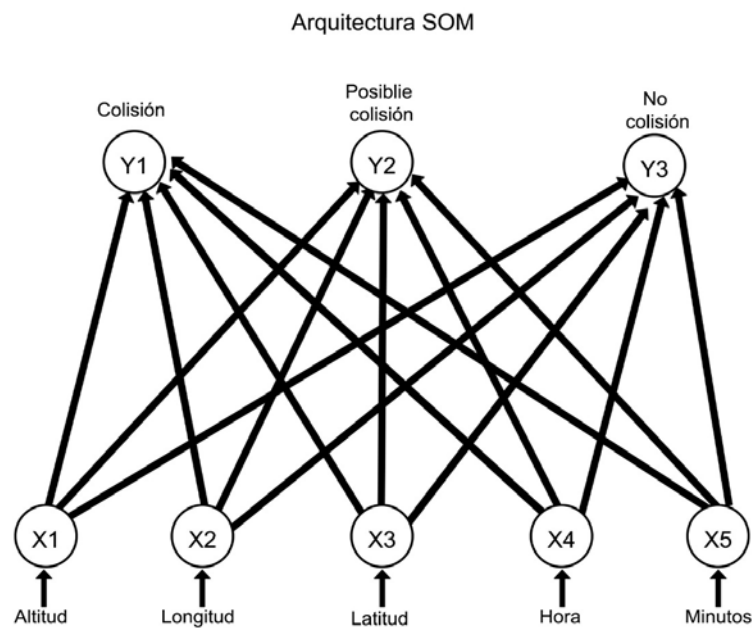


Figura 2: Topología del Modelo de Red Neuronal de Mapas Auto Organizativos.

### 4. Red Neuronal Backpropagation

Este es un tipo de red de aprendizaje supervisado que se basa en un algoritmo de gradiente descendiente. El patrón de entrada se propaga por la red hasta generar la salida, después se calcula el error; éstas salidas de error se propagan hacia las neuronas de la capa anterior. Cada neurona solo tiene una contribución del error total. El error que genera la red en función de sus pesos es una superficie de  $n$  dimensiones, al evaluar el gradiente se obtiene la dirección en la cual la superficie tiene un mayor

crecimiento, por lo tanto, se toma la dirección opuesta (negativa) para minimizar el error. La topología de éste modelo se muestra en la Figura 3.

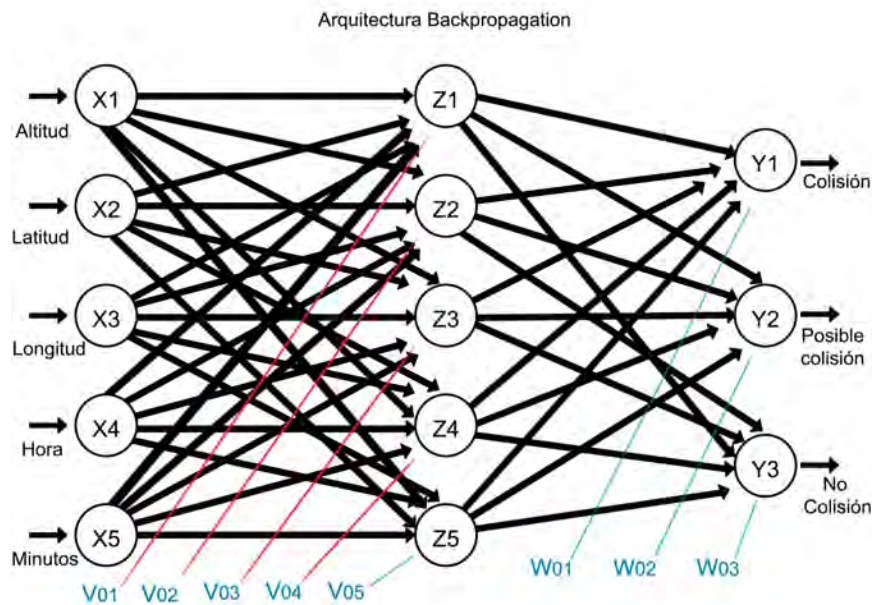


Figura 3: Topología del Modelo de Red Neuronal Backpropagation.

## 5. Interfaz de Usuario por medio de Toolbox de Matlab

A continuación se muestran cuatro partes importantes del entrenamiento de las redes neuronales. Inicialmente se mostrará el desempeño de la red neuronal de mapas auto organizativos (SOM). Posteriormente se mostrará el desempeño de la red neuronal de Retropropagación (BACK). En la Figura 4 se presenta la funcionalidad de la fase de entrenamiento, que es una etapa inicial para configurar nuestra red neuronal, sin importar el modelo que se trate. Es posible entonces, observar en esta figura la parte de configuración de la topología de cada uno de los modelos de red neuronal a comparar.

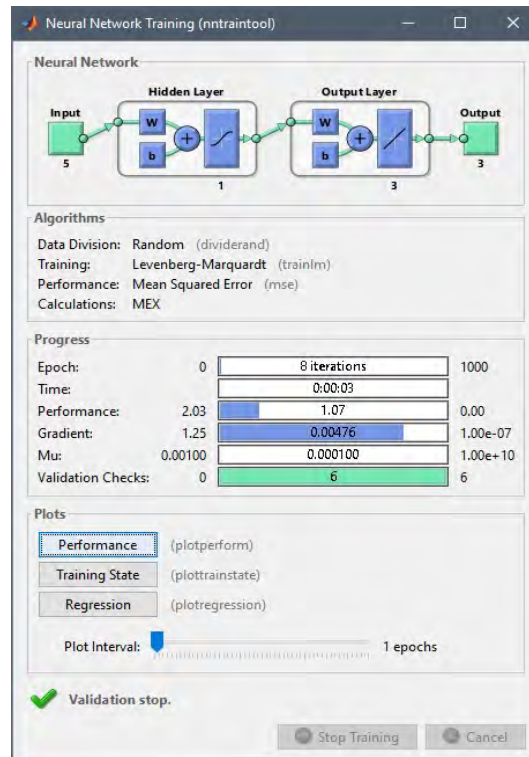


Figura 4: Ventana de configuración de la topología de red neuronal con 5 nodos de entrada y 3 grupos de salida, 1 capa oculta y una capa de salida.

## 6. Resultados y Pruebas

A continuación se muestran resultados de agrupamiento por cada modelo de red neuronal en la Tabla 1. Donde se observa que para el algoritmo BACK no se obtuvieron clasificaciones alentadoras, mientras que para el modelo SOM, las clasificaciones fueron de 333 colisiones, 34 probables colisiones y 327 no colisiones.

Tabla 1: Clasificación de Colisiones, Posibles Colisiones y No Colisiones.

| Modelos | Colisiones | Posibles colisiones | No colisiones |
|---------|------------|---------------------|---------------|
| BACK    | 0          | 0                   | 400           |
| SOM     | 333        | 340                 | 327           |

Se muestra también como luce el aprendizaje para los pesos de ambos modelos de redes neuronales en la Figura 5. Para la clasificación de los

grupos de colisión, probable colisión y no colisión de vuelos, se muestra la Figura 6. Respecto a la adaptación de los pesos, podemos observar que el cambio no presenta un comportamiento uniforme, y obviamente esto está en función de los modelos de redes neuronales. En el caso de la red neuronal BACK se presenta un comportamiento desigual o caótico respecto a la adaptación de los pesos. Respecto a los cambios observados en los pesos de la arquitectura de red neuronal SOM, se observa que los pesos solo fluctúan en una zona muy pequeña de aprendizaje. En cuanto a los procesos de agrupamiento, puede observarse que la clasificación de BACK salió definitivamente errónea, puesto que en ningún momento se agrupó correctamente ninguna categoría.

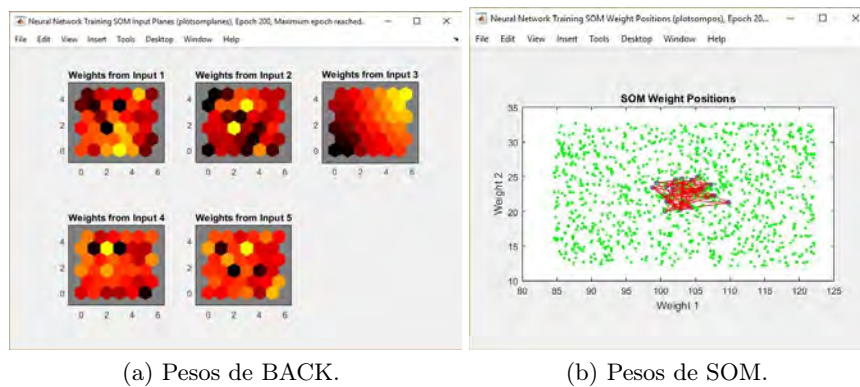


Figura 5: Adaptación de pesos para ambos modelos de redes neuronales.

## 7. Conclusiones

Es interesante observar los comportamientos de ambos modelos de redes neuronales, ya que sus pesos no se comportan iguales. En el caso de BACK los pesos se comportan arbitrariamente y guiados por el valor aleatorio asignado a los pesos. En el caso de la SOM, los pesos son más concentrados en la parte central de la arquitectura topográfica. En el caso de las clasificaciones, los datos clasificados por la red neuronal BACK no arrojaron buenos resultados, puesto que el 60 % de los datos son mal clasificados, es decir 600 de 1,000 datos no son agrupados apropiadamente. En el caso de el agrupamiento realizado por la SOM, se puede observar que el modelo sí logra agruparlos en 3 categorías, es decir: logra separar las muestras en tres tipos: las colisiones (333 muestras), las posibles colisiones (340 muestras) y las no colisiones (327 muestras), logrando un

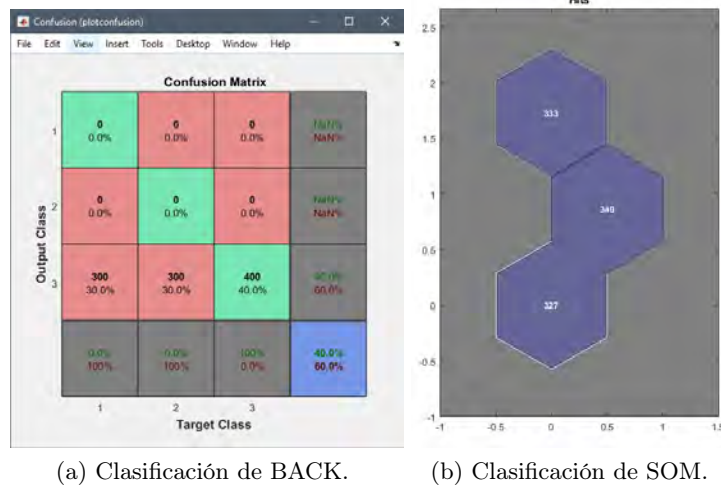


Figura 6: Agrupamiento para ambos modelos de redes neuronales.

aprendizaje mas elevado que el modelo BACK en una mejora de un 66 % de eficiencia, como se muestra en la Figura 6b.

## Referencias

1. Leyva Piña, M. (2012). Los controladores del tráfico aéreo y la seguridad aérea. El Cotidiano, (173), 35-46.
2. Laurene V. Fausett . (1994). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications. United States of America: Pearson.



## Monitor de Frecuencia Cardiaca haciendo uso de un dispositivo móvil para detectar arritmias

María Fernanda Corona Corona, Alejandro López Guzmán,  
Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito s/n. C.P 90341 Apizaco, Tlaxcala, México  
{coronacoronamariafernanda, alexlopez260696, xochipiyi}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido: 6 de noviembre de 2018, Aceptado: 15 de noviembre de 2018,  
Versión final: 30 de noviembre de 2018*

**Resumen** El presente proyecto se basó en el desarrollo de una aplicación móvil para monitorear la frecuencia cardiaca, que permite detectar posibles arritmias en los pacientes de forma rápida y sencilla con la finalidad de prevenir complicaciones en la salud por estos problemas cardiacos, debido a que los métodos e instrumentos actuales para detectar este tipo de enfermedades no están al alcance de toda la población, ya sea por el costo que involucra, o por la falta de conocimientos para la interpretación de los resultados.

Para lograr el objetivo propuesto se utilizó el flash integrado en los dispositivos móviles, que permite realizar un monitoreo continuo para detectar anomalías en la frecuencia cardiaca del paciente. La aplicación móvil está diseñada para dispositivos móviles con el sistema operativo Android y permite detectar arritmias como bradicardia, ritmo sinusal y taquicardia.

**Abstract** The present project was based on the development of a mobile application to monitor the heart rate, which allows to

detect possible arrhythmias in patients quickly and easily in order to prevent health complications from these cardiac problems, because the methods and current instruments to detect this type of disease are not available to the entire population, either because of the cost involved, or because of the lack of knowledge to interpret the results.

To achieve the proposed objective, the integrated flash in the mobile devices was used, which allows continuous monitoring to detect abnormalities in the patient's heart rate. The mobile application is designed for mobile devices with the Android operating system and can detect arrhythmias such as bradycardia, sinus rhythm and tachycardia.

**Palabras Clave:** Frecuencia Cardíaca, Arritmias Cardíacas, Flash, Electrocardiograma, Dispositivos Móviles.

**Keywords:** Heart Rate, Cardiac Arrhythmias, Flash, Electrocardiogram, Mobile Devices.

## 1. Introducción

Una arritmia cardíaca es una alteración en la frecuencia cardíaca, que puede ser mayor o menor al ritmo cardíaco normal establecido entre 60 y 100 latidos por minuto (lpm), cuando es menor a los 60 lpm se considera una bradicardia, en caso de que sea mayor a los 100 lpm es una taquicardia [1]. La presencia de este tipo de enfermedades es muy variada, desde niños hasta adultos mayores, y su diagnóstico requiere de dispositivos y pruebas especializadas que resultan ser costosas y requieren de experiencia médica para la interpretación de los resultados, por lo cual, gran parte de la población presenta inconvenientes en la detección y tratamiento de este tipo de problemas.

El presente proyecto propone una solución rápida y efectiva para los usuarios que requieren de un diagnóstico sin la necesidad de hacer uso de dispositivos especializados para el monitoreo de la frecuencia cardíaca. Esto se logra mediante el uso de tecnología que se encuentra al alcance de gran parte de la población, como es el caso de los dispositivos móviles, debido a la accesibilidad y herramientas que proporcionan. Este proyecto se basa en el desarrollo de una aplicación móvil, la cual, haciendo uso del flash integrado en estos dispositivos, permite monitorear la frecuencia cardíaca del paciente para proporcionar un diagnóstico de la misma.

## **2. Trabajos Relacionados**

### **2.1 Adquisición y procesamiento de señales biomédicas mediante dispositivos inalámbricos y un teléfono inteligente**

El presente proyecto pretende construir una aplicación para un dispositivo móvil (*smartphone*) con el sistema operativo Android, que se conecte, comunique y procese datos de diferentes dispositivos biomédicos. El canal de comunicación utilizada para el intercambio de información entre los dispositivos será por *Bluetooth*. Los dispositivos biomédicos con los que se comunica la aplicación son el electrocardiógrafo, esfigmomanómetro y el pulsioxímetro; a partir de los datos que estos generan, la aplicación los lee y recupera sin pérdida de información, los presenta por pantalla en forma de gráfico y finalmente los procesa según sea el caso [2].

### **2.2 Desarrollo de un método de detección de arritmias para un dispositivo móvil con sistema de alerta**

Se desarrolla un método para clasificación de dos arritmias cardíacas; taquicardia ventricular/bradicardia, así como el cálculo del ritmo cardíaco implementado en un dispositivo móvil con sistema de alerta. Para lograr el objetivo propuesto se utiliza la señal cardíaca, que contiene la actividad eléctrica del corazón (ECG), compuesta de las ondas P, Q, R, S, T y U. El prototipo se valida con señales de ancho de pulso modulado (*PWM*), representativas de la señal de ECG binarizada, y con un dispositivo comercial lector del pulso en adultos utilizado para la comprobación del ritmo cardíaco [3].

### **2.3 Diseño y elaboración de un prototipo de monitor de signos vitales aplicando métodos no invasivos con comunicación de datos a dispositivos móviles**

Este proyecto desarrolla un dispositivo que permite obtener tres signos vitales: la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la temperatura. Una vez obtenido los datos se transmiten a un dispositivo móvil utilizando el protocolo de comunicación *Bluetooth*. El proceso de adquisición de los signos vitales se realiza mediante métodos no invasivos, la lectura del estado de cada sensor la realiza una tarjeta programable. En esta es donde se efectúa al procesamiento de señales, para luego ser enviadas a un dispositivo móvil Android para que los resultados puedan ser analizados [4].

## **2.4 Red de sensores corporales basado en un dispositivo móvil que captura bioseñales para monitoreo y análisis en pacientes con problemas cardíacos**

En este trabajo se describe a *HeartDroid*, un sistema de información para dispositivos Android que permite la monitorización ambulatoria de personas que tengan un padecimiento cardíaco. La aplicación monitorea los signos vitales provenientes de la persona que porta un sensor *Zephyr BioHarness 3*, el cual se comunica por *Bluetooth* al dispositivo Android. Estas bioseñales son analizadas en busca de anomalías y se almacenan de forma local para ser posteriormente revisadas a detalle. Al reconocer una anomalía, la aplicación mostrará una alerta al usuario y enviará una alerta al médico y/o tutor para buscar asistencia a través de mensajes SMS [5].

## **2.5 Monitoreo de frecuencia cardíaca a través de dispositivos móviles**

Este trabajo desarrolla una aplicación móvil con sistema operativo Android, enfocado al monitoreo de pacientes con afección de patología cardíaca. El dispositivo móvil trabaja en conjunto con un sensor de frecuencia cardíaca con interconexión por *Bluetooth*. Las principales funciones definidas para este proyecto son: realizar conexión con el sensor *Zephyr*, capturar la información del sensor, mostrar la información capturada en pantalla de forma visual, permitirle al usuario capturar su información personal, así como la del especialista, enviar la información capturada al especialista y borrar los datos capturados cuando así lo requiera el paciente [6].

# **3. Descripción de la Aplicación**

Para describir las funcionalidades de la aplicación, se profundizará en Ingeniería de Software que nos permite visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de forma gráfica.

## **3.1 Diagrama General**

En la Figura 1 se presenta el diagrama de bloques de la aplicación móvil *HeartApp*, la cual hará uso del flash, que se debe encontrar integrado en el dispositivo móvil que funcione como monitor de la frecuencia cardíaca.

La aplicación guardará los registros de las anomalías detectadas en la frecuencia cardíaca, por medio del uso de una base de datos remota, a su vez, cuando se detecte una arritmia se indicará al paciente el tipo de arritmia que se ha registrado y los lpm. La aplicación mostrará el historial de arritmias detectadas en el paciente, cuando se desee eliminar el historial, se enviarán por correo electrónico todos los registros almacenados. De igual forma se le enviará un mensaje SMS al médico que esté dando seguimiento al paciente, el cual contendrá el tipo de arritmia detectada, así como los latidos por minuto del paciente.

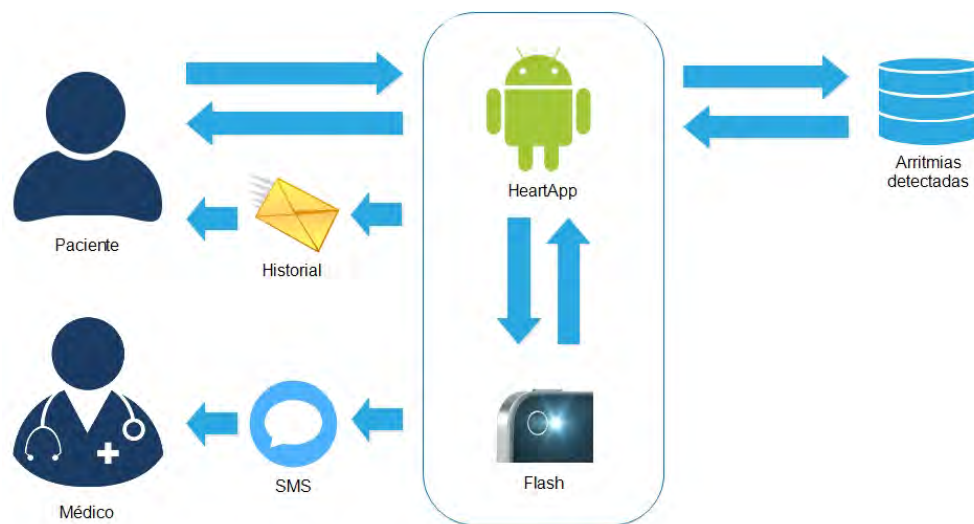


Figura 1. Diagrama general de la aplicación móvil *HeartApp*.

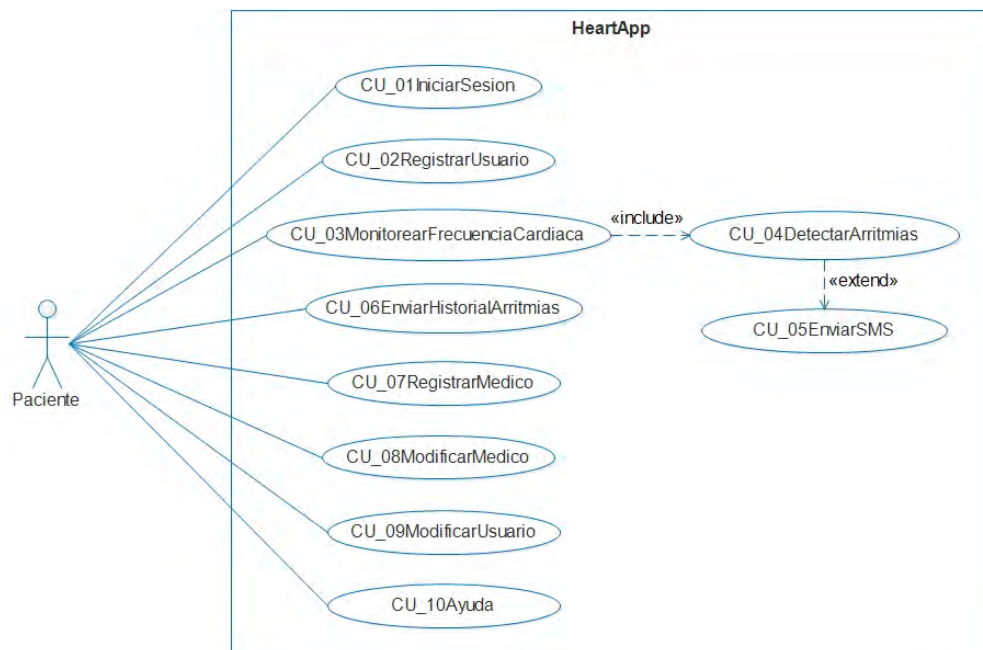
### 3.2 Diagrama de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso representa la forma en como un Cliente (Actor) opera con el sistema en desarrollo, además de la forma, tipo y orden en como los elementos interactúan [7].

En la Figura 2 se presenta el diagrama general de casos de uso de la aplicación móvil *HeartApp*, el cual consta de los siguientes:

- **CU\_01IniciarSesion:** Permite acceso a las funcionalidades por medio de la autenticación de nombre de usuario y contraseña.
- **CU\_02RegistrarUsuario:** Permite al paciente crear una cuenta en la que tendrá que ingresar el nombre de usuario, contraseña, nombre, apellido paterno, apellido materno, fecha de nacimiento y correo electrónico.

- **CU\_03MonitorFrecuenciaCardiaca:** Permite al paciente monitorear su frecuencia cardiaca haciendo uso del flash, mostrando el resultado en la interfaz de la aplicación.
- **CU\_04DetectarArritmias:** Notifica al paciente si se han detectado alteraciones en su frecuencia cardiaca indicando el tipo de arritmia y los latidos por minuto.
- **CU\_05EnviarSMS:** Al detectar una arritmia, se dará la opción de enviar un mensaje SMS al médico en el cual se le notifica los lpm del paciente y el tipo de arritmia que se ha detectado.
- **CU\_06EnviarHistorialArritmias:** Muestra el historial de arritmias detectadas en el paciente, al borrar el historial, el paciente tendrá la opción de enviar dichos registros a su correo electrónico.
- **CU\_07RegistrarMedico:** Permite registrar un médico que será el encargado de llevar un seguimiento de las arritmias detectadas del paciente, ingresando el nombre, apellido paterno, apellido materno, teléfono y correo electrónico.
- **CU\_08ModificarMedico:** Permite realizar modificaciones en todos los datos del médico que se ha registrado previamente.
- **CU\_09ModificarUsuario:** Permite realizar modificaciones en todos los datos del paciente que se ha registrado previamente.
- **CU\_10Ayuda:** La opción Ayuda explica de forma clara los pasos a seguir para utilizar adecuadamente esta aplicación.



**Figura 2.** Diagrama general de casos de uso de la aplicación móvil *HeartApp*.

#### 4. Conceptos Básicos

- **Frecuencia Cardíaca:** Medición del pulso, es decir, la cantidad de veces que el corazón late por minuto. El pulso normal de los adultos sanos oscila entre 60 y 100 lpm y es variable dependiendo de la edad de las personas [8].

- **Arritmia Cardíaca:** Alteración del ritmo cardíaco. Si la frecuencia cardíaca es menor a 60 lpm será una bradicardia y si es mayor a 100 lpm, una taquicardia [1].

- **Flash:** Fuente de luz temporal que sirve para generar iluminación artificial, como apoyo a la cámara. Las tecnologías de iluminación que se encuentran en el flash de la mayor parte de los teléfonos son LED y xenón [9].

- **Electrocardiograma:** Estudio para observar la actividad eléctrica del corazón. El electrocardiograma (ECG) puede suministrar mucha información sobre el corazón y su funcionamiento [10].

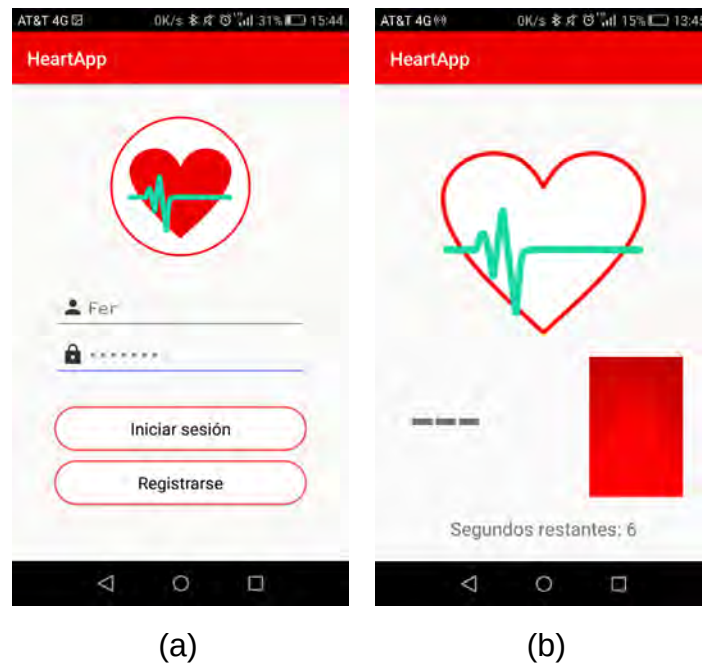
- **Dispositivos Móviles:** Aparato electrónico que cumple las siguientes características básicas: tamaño reducido, utilizan pantallas táctiles y su conexión es inalámbrica [11].

#### 5. Interfaz de Usuario

A continuación, se muestran las interfaces que permiten la interacción del paciente con las funciones más importantes de la aplicación móvil.

##### 5.1 Inicio de sesión

En la Figura 3 (a) se presenta la interfaz principal de la aplicación en la que se visualiza el inicio de sesión, para el cual es necesario ingresar el usuario y la contraseña correspondientes del paciente.



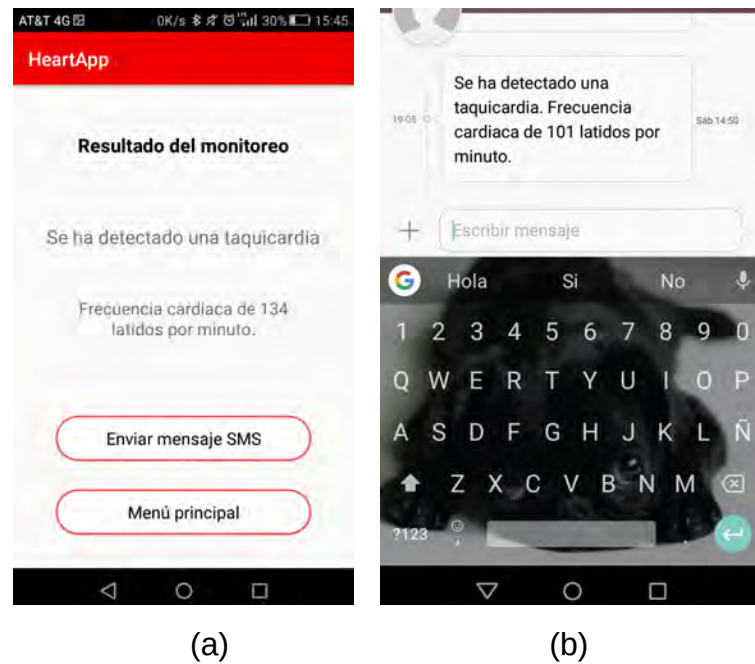
**Figura 3.** (a) Interfaz de iniciar sesión. (b) Interfaz de monitoreo de frecuencia cardiaca.

## 5.2 Monitorear Frecuencia Cardiaca

En la Figura 3 (b) se puede apreciar la imagen detectada por la cámara, los segundos restantes del monitoreo, el área donde se visualiza la frecuencia cardiaca y finalmente una imagen que permite observar cada vez que se detecta un latido.

## 5.3 Resultado de monitoreo en frecuencia cardiaca

En la Figura 4 (a) se presenta la interfaz en la que se muestran los resultados del monitoreo de frecuencia cardiaca, en el cual se especifica el número de latidos por minuto y el tipo de arritmia detectada (si fuera el caso). En caso de que se detecte una arritmia, se habilitará el botón Enviar mensaje SMS.



**Figura 4.** (a) Interfaz del resultado de monitoreo de frecuencia cardiaca. (b) Interfaz del mensaje SMS.

#### 5.4 Enviar SMS

En la Figura 4 (b) se muestra el resultado del envío de mensaje SMS al médico para lo cual anteriormente se han especificado los datos necesarios para dicha función, el cual consiste en el número de teléfono del médico y el mensaje que contiene el diagnóstico de la frecuencia cardiaca.

#### 5.5 Historial de arritmias

En la Figura 5 se presenta la interfaz que permite al paciente enviar el historial de arritmias, el cual muestra la fecha, la frecuencia cardiaca y el tipo de arritmia detectado.



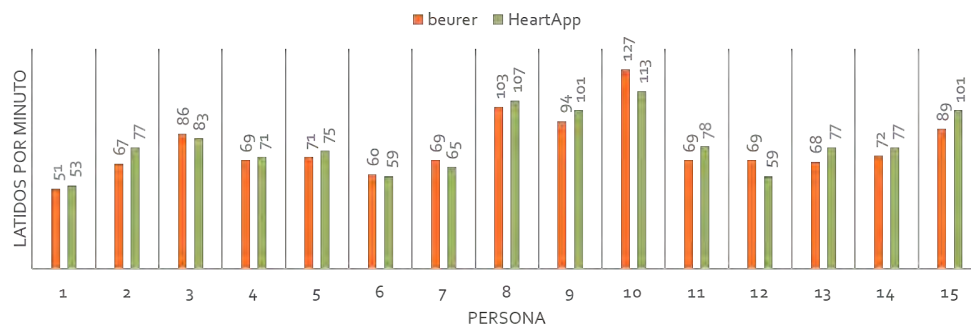
Figura 5. Interfaz de historial de arritmias cardíacas.

## 6. Pruebas y Resultados

La eficiencia de la aplicación se mide de acuerdo con los resultados obtenidos a partir del monitoreo de frecuencia cardíaca en diferentes personas. Para realizar esta prueba se utilizaron dos dispositivos:

- *Smartphone*: dispositivo móvil Huawei P8 con sistema operativo Android 5.0, flash led integrado en cámara trasera y aplicación móvil *HeartApp* para detectar arritmias.
- *beurer bm 16*: Medición de pulso y presión arterial de manera automática. Indicador *WHO* y detector de arritmias.

El monitoreo de frecuencia cardíaca se realizó a una población de 15 personas, las cuales se encontraban realizando diferentes actividades, ya sea en estado de reposo, caminando y corriendo. En la Figura 6 se presentan los datos obtenidos del monitoreo de la frecuencia cardíaca utilizando el dispositivo *beurer* y la aplicación del *smartphone*.



**Figura 6.** Gráfica de resultados.

Finalmente, se obtienen los siguientes resultados:

- Promedio de margen de error: 2.13
- Error mínimo: -14
- Error máximo: 12

## 7. Conclusiones

Con la implementación y culminación del prototipo realizado en este proyecto se logró cumplir satisfactoriamente el desarrollo de una aplicación móvil que permita monitorear la frecuencia cardíaca.

Mediante la validación del proyecto se concluye que la aplicación cumple las clases de equivalencia que se han especificado, lo que comprueba el correcto funcionamiento en los diferentes módulos que integra la aplicación.

La recopilación de datos obtenidos a partir de las pruebas realizadas con un dispositivo médico especializado y un dispositivo móvil con la aplicación desarrollada obtuvo resultados positivos debido a la poca variación que existe en el monitoreo de la frecuencia cardíaca entre ambos dispositivos, comprobando la efectividad de esta aplicación.

A partir de lo obtenido en el presente proyecto, se reconoce la importancia de utilizar la tecnología móvil para reducir las estadísticas referentes a enfermedades cardiovasculares como las arritmias cardíacas, debido a la gran demanda por los dispositivos móviles, el desarrollo de una aplicación que permite monitorear la frecuencia cardíaca de manera rápida y cómoda es de gran ayuda para llevar un control continuo en los pacientes que hagan uso de esta aplicación.

## Referencias

- [1] Texas Heart Institute. (Agosto de 2016). Recuperado el Enero de 2018, de [http://www.texasheart.org/HIC/Topics\\_Esp/Cond/arrhy\\_sp.cfm](http://www.texasheart.org/HIC/Topics_Esp/Cond/arrhy_sp.cfm)
- [2] Arboix Moreno, D. (2016). *Adquisición y procesado de señales biomédicas mediante dispositivos inalámbricos y un teléfono inteligente* (tesis de Licenciatura). Universidad Politécnica de Cataluña, Catalán, Barcelona.
- [3] Olivera Álvarez, N. (2014). *Desarrollo de un Método de Detección de Arritmias para un Dispositivo Móvil con Sistema de Alerta* (tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, D. F., México.
- [4] Tintín Durán, E. I. (2015). *Diseño y elaboración de un Prototipo de monitor de signos vitales aplicando métodos no invasivos con comunicación de datos a dispositivos móviles*. (tesis de Licenciatura), Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- [5] Villegas López, C. (2014). *Red de sensores corporales basado en un dispositivo móvil que captura bioseñales para monitoreo y análisis en pacientes con problemas cardiacos* (tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- [6] Alaniz, J., Valencia, J. M., Castillo, C., & Castañeda, B. (2012). Monitoreo de frecuencia cardiaca a través de dispositivos móviles. IIIIS.
- [7] Ceria, S. (s.f.). Casos de uso Un método práctico para explorar requerimientos. Cátedra de ingeniería de software 1, 1-17.
- [8] Library, H. (18 de Abril de 2014). The University of Chicago Medicine Health Library. Recuperado el 06 de Agosto de 2017 de <http://healthlibrary.uchospitals.edu/Spanish/DiseasesConditions/Adult/NonTraumatic/85,P03963>
- [9] López, J. C. (6 de Junio de 2014). Xataka Móvil. Recuperado el 28 de Mayo de 2018, de <https://www.xatakamovil.com/variios/flash-en-la-camara-del-movil-por-que-apuestan-los-principales-fabricantes>
- [10] Centro de Información Cardiovascular. (Agosto de 2016). Texas Heart Institute. Recuperado el 06 de Agosto de 2017, de <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/electrocardiograma/>
- [11] Garita-Araya, R. A. (Julio-Diciembre de 2013). Tecnología Móvil: desarrollo de sistemas y aplicaciones para las Unidades de Información. *Revista e-Ciencias de la Información*, 3(2), 1-14.



## SemiTlax: Web Responsive para el comercio de semilla del Estado de Tlaxcala

Vidal León González, German Rojas Méndez,  
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, FCBlyT

Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, No. C.P 90401, Apizaco, Tlaxcala, México

Leo.new123.vlg@gmail.com , ger1997.gr@gmail.com, marva.mora@gmail.com

<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 30 de octubre de 2018, Aceptado 15 de Noviembre de 2018,  
Versión Final 22 de noviembre de 2018*

**Resumen** SemiTlax es una web app responsiva para la comercialización de semilla agrícola en sus diversos periodos activos. Se desarrolló por el problema que enfrentan los Agricultores por la falta de información en precio, comercialización, distribución y exportación de semillas que impacta en su trabajo, ya que ellos recurren a compradores/vendedores externos para poder vender su semilla con un precio no accesible o merecido por su trabajo, y estas personas compran la semilla y las venden en otros lugares a un mejor precio e incluso un precio elevado al doble al que ellos la adquieren.

La solución que se propone es el diseño y desarrollo de una Web App responsiva a fin de expandir la información sobre semillas, precios, distribuidores, ventas-compras de semillas en sus diferentes lugares del área.

**Abstract** SemiTlax is a responsive web application for the commercialization of agricultural seeds in its various active periods. It was developed because of the problem that farmers face because of the absence of information about the price, marketing, distribution and exportation of seeds that influences their work, since they resort to external buyers/ sellers so they can sell their seeds at an inaccessible price or does not pay for their

hard work, since these people buy the seeds and sell them in other places at a better price and even a high price, twice the amount they acquire them.

The solution proposed here is the design and development of a responsive web application in order to expand the information about seeds, prices, distributors, sale /purchase of seeds, depending on different areas.

**Palabras Clave:** Web Responsiva, Semillas, Precio, Agricultura.

**Keywords:** Responsive Web, Seeds, Prices, Farming.

## 1. Introducción

En este trabajo se presenta el proyecto SemiTlax, que consiste en una “Web Responsive para el comercio de semilla en el estado de Tlaxcala”, SemiTlax es capaz de contener precios, información sobre compra/venta de semilla y acceso a una página de venta de semilla tipo mercado libre, abarcando los municipios de Tlaxcala.

Lo innovador de esta aplicación es que se abrirá un tema nuevo de compra/ventas de semillas utilizando tecnología que hoy en día es vital para cualquier negocio, más porque no hay aplicaciones, servicios o paginas actualizadas que nos permitan saber a fondo sobre el tema de comercio agrícola.

## 2. Objetivo

Diseñar una Web App Responsiva para facilitar el comercio de semilla para la agricultura de los municipios pertenecientes a Tlaxcala en los diversos periodos activos. SemiTlax incorpora creatividad, interacción fluida con el usuario y el servidor.

## 3. Justificación

Con la visualización de las diferentes características que tiene una semilla como: Tipo, Calidad y Toneladas, se puede tener una expansión para llevar acabo la comercialización de las semillas en los municipios de Tlaxcala, dando los beneficios tanto en los agricultores como a nivel estado.

#### 4. Diagrama general

La Figura 1 presenta el diagrama general del proyecto SemiTlax, el cuál es de tipo cliente/servidor.



Figura 1. Diagrama general

#### 5. Estado del Arte

##### Diseño de un prototipo de página web para el jardín de infancia colegio Schónthal [1]

El proyecto tuvo como objetivo el crear una página web para un colegio infantil, que le permitiera a la institución contar con un plus en su colegio. Se realizó el levantamiento de requerimientos para la web, además de un estudio de campo para la recolección de información en la comunidad educativa donde se detectaron los intereses que tenían, y se consideraron las propuestas de la encargada Natalia Castañón para el desarrollo de la página. El proyecto se concluyó con el diseño de la página web para el colegio, el cual contiene galería de imágenes, correo electrónico e información sobre los eventos y actividades especiales que realiza la institución, la web es sencilla pero completa, integra la información esencial, importante y necesaria para este proyecto.

##### Responsiva Web Design: Interfaces Web Adaptables al dispositivo empleando HTML5 y CSS3 [2]

Este trabajo utiliza la tecnología Responsive Web Design que en la actualidad se encuentra en un nivel de importancia muy alto, ya que el problema surge con la variedad de dispositivos que acceden a diversas direcciones web desde internet y tienen diferentes medidas de pantallas donde se visualiza la información, la solución más

eficientes es el conseguir que las páginas web se adapten a cualquier dispositivo y esto se logra gracias a la tecnología responsive. En la actualidad los diseñadores web han buscado soluciones para adaptar sus interfaces de usuario en diversidad de tamaños de pantalla y resoluciones de los dispositivos que actualmente usan el servicio web.

### **Sistema de consulta Web de calificaciones parciales para padres de familia del plantel CETis No. 132 [3]**

El proyecto muestra el desarrollo de una aplicación web que permite su acceso vía internet, esta orientado a padres de familia, alumnos, docentes y personal directivo del plantel; los alumnos que integran el ciclo escolar podrán consultar su promedio parcial o semestral de su desempeño, y los docentes vía la plataforma podrán consultar la estadística del grupo, revisión académico. Este trabajo se relaciona con el proyecto de “Web app responsive” ya que las herramientas a ocupar serán HTML y Css3, siendo un proyecto con gran alcance a nivel institucional y donde se verá aplicado tanto en alumnos, docentes y personal a nivel directivo.

## **6. Marco Teórico**

### **Semillas en Tlaxcala [4]**

Semillas como haba, papa, frijol, calabaza, trigo y cebada son las principales semillas cosechadas en el estado de Tlaxcala, el estado cuenta con certificación ya que existe una variedad de tipos en cada una de estas semillas comentado por SAGARPA.

### **Aplicaciones Web. [5]**

Páginas optimizadas y adaptables a cualquier dispositivo móvil, de manera que esta página se puede abrir desde el navegador de cualquier terminal, es como cualquier aplicación nativa que no requiere instalación o descarga en alguna tienda de apps.

## **7. Metodología**

El desarrollo de la Web Responsive para el comercio de semilla en el estado de Tlaxcala se basa en la metodología en “cascada”, que es un proceso que esta desarrollo de manera secuencial, en el que el desarrollo de software se concibe como un conjunto de etapas que se ejecutan una tras otra. Se le denomina así por las posiciones

que ocupan las diferentes fases que componen el proyecto, colocadas una encima de otra, y siguiendo un flujo de ejecución de arriba hacia abajo. Lo que permite que este proyecto se construya de forma exitosa.

1. Definición de requerimientos: Consiste en reunir las necesidades del producto y casi siempre su salida es texto.
2. Análisis y Diseño del Software: describe la estructura interna del producto y suele representarse con diagramas y texto.
3. Implementación y Prueba de unidades: Producto de esta etapa es el código en cualquier nivel, incluido el producido por sistemas de generación automática.
4. Integración y Prueba del Sistema: Es el proceso de integración y ensamblaje de las partes para completar el producto.
5. Operación y Mantenimiento: Este proceso se realiza después de que el sistema se instala.

Bajo este esquema se realizó el primer prototipo pasando por cada una de las etapas.

## 8. SemiTlax

SemiTlax permite la compra/venta de semillas a nivel Tlaxcala y contempla las siguientes operaciones para los agricultores:

1. Permitir autenticación: Saber que la información que se pondrá será avalada por un usuario real.
2. Registrar Semilla: El vendedor podrá subir su semilla a venta con la información de la misma.
3. Ver Semilla: Obtener la información de la semilla de manera organizada.
4. Modificar Semilla: Modificar los datos de la semilla para tenerlos actualizados
5. Eliminar información: Eliminará la información de la semilla de un agricultor.

SemiTlax permite las siguientes operaciones para el comprador:

1. Permitir autenticación: Compra avalada por un usuario real.
2. Ver Semilla: Obtener la información de la semilla de manera organizada.
3. Ver información: Muestra la información de la semilla de un

agricultor.

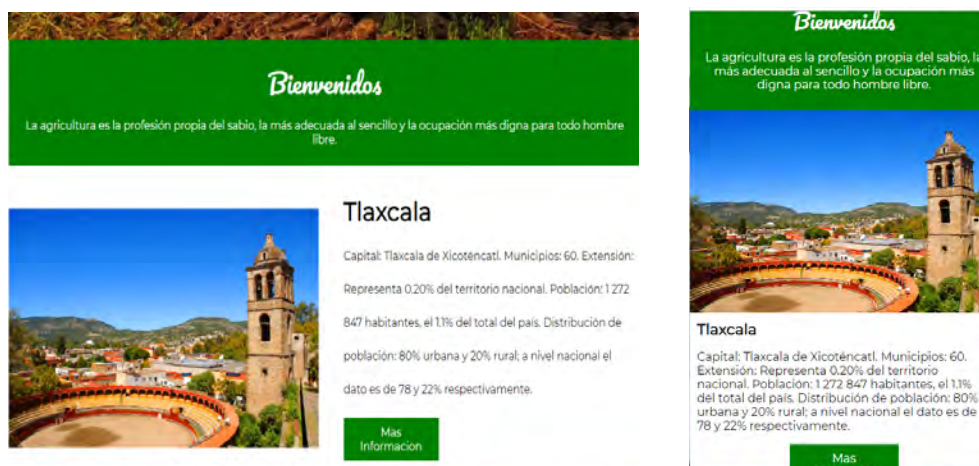
4. Comprar Semilla: Comprar la semilla de un agricultor.

Interfaz del proyecto SemiTlax para web y para móviles, ver Figura 2.



**Figura 2.** Area de encabezado y navegación principal del sitio web

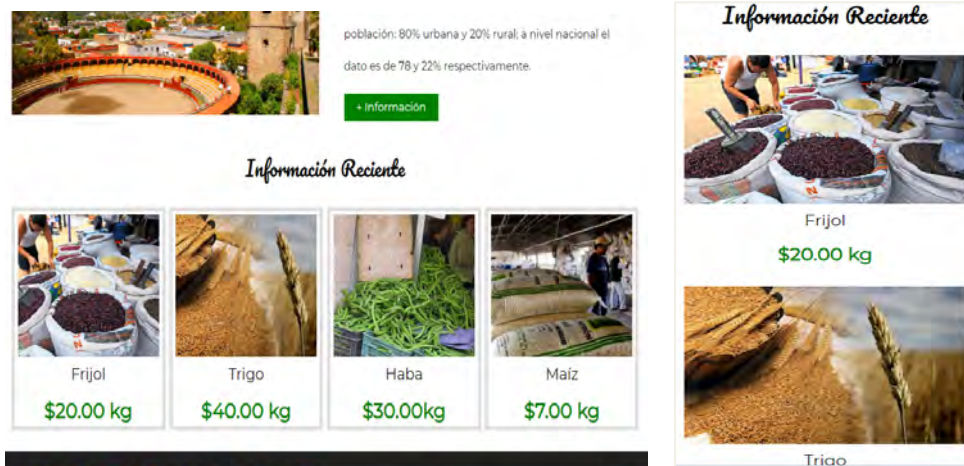
Bienvenida del proyecto SemiTlax para web y para móviles, ver Figura 3.



**Figura 3.** Información de Bienvenida

La Figura 4 muestra la interfaz de SemiTlax en la sección “Ver Información”, el cual contiene los productos de semillas almacenados

en la base de datos.



**Figura 4.** SemiTlax en la sección “Ver Información” para Tablet y para celular

La Figura 5 muestra la interfaz de SemiTlax para escritorio que contiene los productos de semillas almacenados en la base de datos.



**Figura 5.** SemiTlax Selección de productos en versión de escritorio

## **9. Pruebas**

Este proyecto esta en proceso, por lo que a la fecha se han hecho pruebas modulares y se esta haciendo pruebas de integración, conforme se avanza. Los módulos se han probado en dispositivos con sistema Android, iOS, Tablet, Windows en sus diferentes navegadores como Chrome, Safari, Firefox e Internet Explorer. Hasta el momento los avances realizados se adaptan adecuadamente a cada dispositivo e interactúan tanto con el inicio de sesión, conexión a la base de datos y la información presente en la aplicación web.

## **10. Conclusiones**

Con base a la implementación de la Web Responsive para el comercio de semilla en el estado de Tlaxcala se concluye que el sistema es apto para su utilización a nivel municipio tanto en base de datos con la información cargada de las semillas disponibles, como también con la interfaz en funcionamiento, la web app es totalmente responsive en cualquier dispositivo ocupado, así como el diseño y los estilos ocupados con CSS3 se visualizan sin problema alguno en cualquier navegador como Google Chrome, Firefox, entre otros. En cuanto los requerimientos establecidos se cumplen totalmente cada uno junto con sus casos de uso; en cuestión de el impacto de expansión de la información como es el de semillas a nivel municipio se tuvo un resultado aceptable, ya que en un municipio obtuvimos un vendedor y un comprador de la misma zona y el incremento económico por semilla se aumentó a un 20% al precio que le ofrecían los vendedores/compradores de la zona. Como resultado de lo antes mencionado tenemos un 20 % alcanzado de 25% esperado la cual es una probabilidad aceptable ya que es resultado a nivel municipio.

Por otra parte, en cuestión del diseño de la Web Responsive para el comercio de semilla en el estado de Tlaxcala se alcanzó un estilo aceptable a nivel usuario, un diseño optimizado con animaciones como se esperaba en los requerimientos funcionales.

## 11. Referencias

1. Andreina labiosa. (2016). "Diseño de un prototipo de página web para el jardín de infancia colegio schönthal". Caracas: universidad metropolitana, Decanato de estudios de postgrado especialización en Gerencia de instituciones educativas.
2. Adrián Alonso Vega. (2012). "Responsive Web Design: Interfaces Web Adaptables al dispositivo empleando HTML5 y CSS3". Universidad de Alcalá: Escuela Politécnica Superior.
3. Cervantes. R, Dorantes. E. "Sistema de consulta Web de calificaciones parciales para padres de familia del plantel CETis No. 132", Revista Iztatl Computación, Año 7, No. 13, 2018, ISSN: 2007-9958.
4. Pesca y Alimentación Secretaria de Agricultura. Todo sobre la certificación de las semillas. (2018). Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/todo-sobre-la-certificacion-de-las-semillas?idiom=es>.
5. Que es una web app. Code. (2014). Obtenido de <http://qode.pro/blog/que-es-una-web-app>.
6. Garro A. (2014). "HTML5". licencia Creative Commons Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de <http://www.blender.org/>
7. Collell J. PID\_00176160. "CSS3 y Javascript avanzado". Universitat Oberta de Catalunya.
8. Navajas A. (2016). "Guía completa de CSS". Creative commons.
9. Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web (libro completo gratuito en pdf) (1ª edición). (2002). Editorial Club Universitario.



## Evolución de la Tierra con Realidad Virtual

Julio Cesar Pozos Cervantes, Marva Angélica Mora Lumbreras

Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología,  
Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.  
Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, No, C.P 90401, Apizaco, Tlaxcala, México  
marva.mora@gmail.com

*Recibido 20 de agosto de 2018, Aceptado 28 de Septiembre de 2018,  
Versión final 10 de Octubre de 2018*

**Resumen** Un mundo virtual es una simulación por medios computacionales de algún escenario en específico, este puede ser real o ficticio. Los mundos virtuales pueden ser utilizados por diferentes ámbitos, en este caso presentaremos el uso de este mundo virtual como medio de aprendizaje, específicamente se presenta el proyecto "Evolución de la Tierra con Realidad Virtual", compuesto de: La formación del planeta, La Luna, Aparición de los dinosaurios, Extinción de los dinosaurios, Aparición del Homu Erectus y Mundo Actual.

**Abstract** A virtual world is a simulation by computational means of some specific scenario, this can be real or fictitious. Virtual worlds can be used by different areas, in this case we will present the use of this virtual world as means of learning, specifically presents the project "Evolution of the Earth with Virtual Reality", composed of: The formation of the planet, The Moon, Appearance of dinosaurs, Extinction of dinosaurs, Apparition of Homu Erectus and Current World.

**Palabras Clave:** Realidad Virtual, Evolución de la Tierra, modelos 3D.

**Keywords:** Virtual Reality, Evolution of the Earth, 3D models

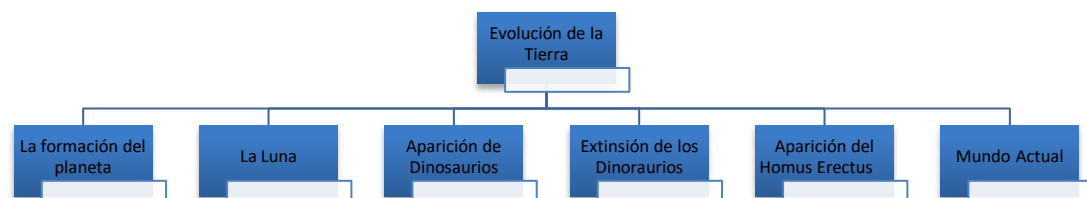
## 1. Introducción

El uso de la tecnología de Realidad Virtual se ha incrementado, inicialmente esta tecnología fue utilizada casi exclusivamente por comunidades académicas, industriales y militares. Sin embargo, la explosión en el área Realidad Virtual que se ha producido en los últimos años, es un fenómeno que ha beneficiado a esta área, las tendencias tecnológicas nos han influido, de modo que sirven como una herramienta de apoyo para el desarrollo intelectual. Específicamente, la Realidad Virtual es útil para cualquier área, por ejemplo, para la enseñanza por el modo de interacción con el usuario. El objetivo de este proyecto es desarrollar e integrar un conjunto de mundos virtuales enfocados en diferentes etapas de la evolución de la Tierra. La Tierra desde su origen ha pasado por diversas etapas en donde la vida se ha ido desarrollando progresivamente, y dada la importancia del tema, se desarrollará un proyecto de Realidad Virtual donde se visualice la evolución del planeta, con la intención de enfocar este proyecto al público en general.

## 2. Diagrama General

Este proyecto está desarrollado en Blender, software para el modelado 3D [1] y Unity motor de juegos 2D y 3D [2], ambos compatibles entre sí. El software la “Evolución de la Tierra con Realidad Virtual” contiene 6 módulos y para el desarrollo del software se utilizaron diferentes referencias como [3, 4, 5, 6].

En el Figura 1 se muestra el Diagrama General del proyecto.



**Figura 1.** Diagrama General

### 3. Descripción de la Evolución de la tierra

Este proyecto contiene los siguientes módulos:

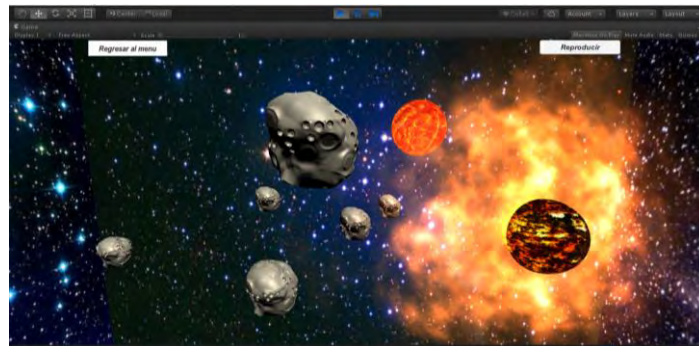
- La formación del planeta
- La Luna
- Aparición de los dinosaurios
- Extinción de los dinosaurios
- Aparición del Homu Erectus
- Mundo Actual

#### 3.1 Formación del planeta

El módulo “La formación del planeta” se enfoca en la teoría de la explosión de una estrella llamada sol, inicialmente con una temperatura de 2200° grados centígrados, que al impactarse con el planeta Teiya se desencadenó una explosión que propagaría polvos estelares, que al transcurrir los años se provocaría la formación del planeta Tierra.

El módulo “La Formación del planeta” contempla 3 opciones: Historia, Formación del planeta y Video. El mundo interactivo “Formación del planeta” representa de manera virtual la época o el inicio de nuestra tierra.

En la Figura 2 se muestra el mundo interactivo del inicio de la Tierra



**Figura 2.** Escenario de la Formación del planeta Tierra

### 3.2 La Luna

El módulo “La Luna”, describe la explosión entre una estrella y un planeta, los cuales dieron origen a un anillo compuesto por los escombros de polvo rojo y roca, que provocaron la formación de una bola de más de 3000 kilómetros de diámetro que en el transcurso de los años se fue enfriando y dio origen a la luna [7].

En este módulo también podemos encontrar 3 opciones: Historia, La luna y Video. El mundo interactivo de “La Luna” representa de manera virtual la época o el inicio de la formación de la luna, ver Figura 3.

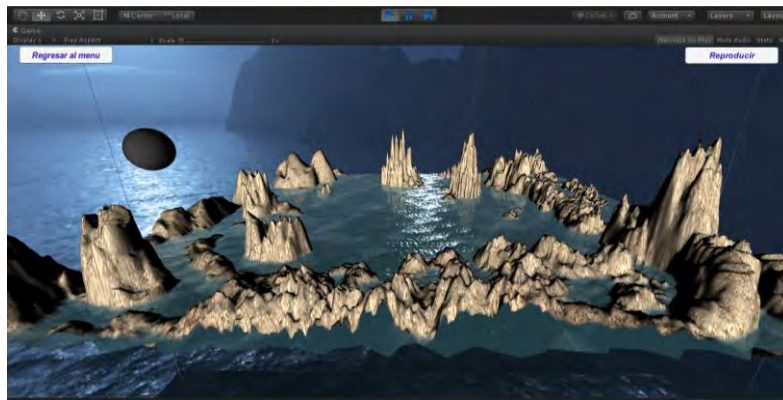


Figura 3. Escenario La Luna

### 3.3 Aparición de los dinosaurios

El módulo “Aparición de los dinosaurios”, se titula así porque representa la época en la que aparecen los dinosaurios esputosauros y gorgonópsidos, los cuales dieron lugar a la extinción permiana provocada por las erupciones de Siberia.

En este módulo también podemos encontrar 3 opciones: Historia, Aparición de los dinosaurios y Video. El mundo interactivo de la “Aparición de los dinosaurios” representa de manera virtual la época o el inicio de la aparición de los primeros dinosaurios y una breve información de cada uno de ellos, ver Figura 4.

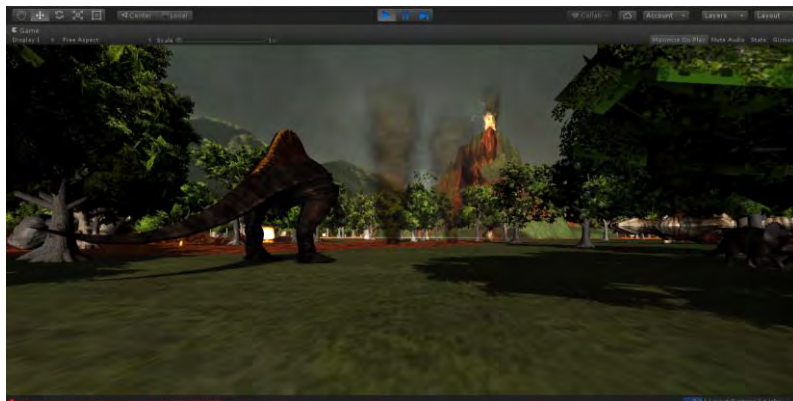


**Figura 4.** Escenario de la aparición de los dinosaurios

### 3.4 Extinción de los dinosaurios

El módulo “Extinción de dinosaurios” representa la época en la que un fragmento de roca muy grande, un “asteroide”, de 10 kilómetros de diámetro cae en la península de Yucatán, provocando una onda expansiva de lluvias de rocas, terremotos, tsunamis, ríos de lava y el calentamiento de la tierra y que dieron como consecuencia la desaparición de los dinosaurios.

En este módulo también podemos encontrar 3 opciones diferentes como: Historia, Extinción de los dinosaurios y Video. En la Figura 5 se muestra el mundo de la “Extinción de los dinosaurios”.

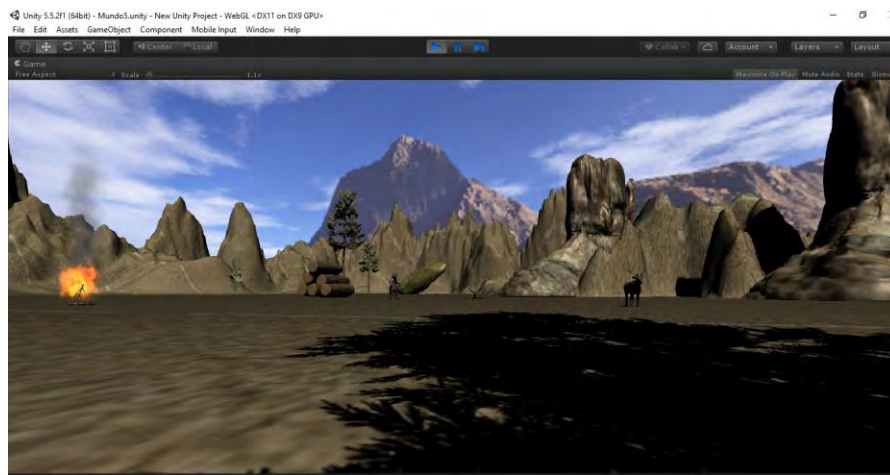


**Figura 5.** Escenario de la extinción de los dinosaurios

### 3.5 Aparición del homo erectus

El quinto módulo “Aparición del homo erectus” representa la historia de la evolución del homo erectus, comenzando en la costa este africana, lugar donde aparece un simio con una similitud parecida al de un humano.

En este módulo también podemos encontrar 3 opciones diferentes como: Historia, Aparición del homo erectus y Video. La “Aparición del homo erectus” es un mundo interactivo que representa de manera virtual la aparición, origen, naturaleza, animales que fueron partícipes de esa época, ver Figura 6.

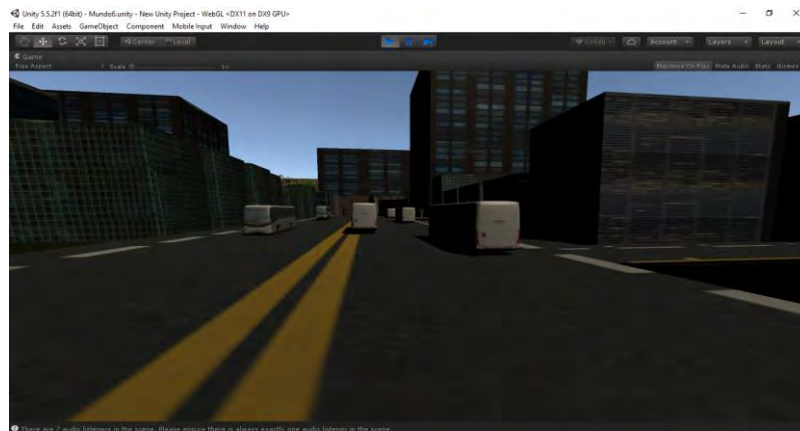


**Figura 6.** Escenario de la aparición del homo erectus

### 3.6 Mundo actual

El sexto módulo es el “Mundo actual”, representa la historia y evolución de las ciudades hasta la actualidad.

En este módulo podemos encontrar 3 opciones diferentes como: Historia, Mundo actual y Video. El “Mundo actual” virtual representa de manera virtual una ciudad de hoy en día donde podemos observar las grandes evoluciones, ver Figura 7.



**Figura.7.** Escenario del mundo actual

#### **4. Pruebas y Análisis de Resultados**

En el presente capítulo se describen las pruebas de integración en base al proyecto realizado.

Las pruebas se realizaron en base a texturizarían, colisión, audio y video, funcionamiento de botones y navegación, las cuales se pudieron revisar al ejecutar el mundo virtual, así mismo se instaló y se ejecutó en 20 computadoras diferentes, con lo cual los usuarios pudieron dar a conocer su punto de vista.

Con el fin de lograr los resultados y objetivos planteados al inicio del desarrollo de esta tesis, se requirió de la visualización del video la formación del planeta tierra lo que permitió verla desde su nacimiento hasta hoy, con lo que se pudo identificar, interpretar, dividir y realizar, por consiguiente cada una de las escenas, las cuales interpretan de manera interactiva las épocas más importantes que influyeron en el desarrollo y evolución de la tierra hasta nuestras fechas.

Los resultados que podemos encontrar en el proyecto es que al ser mostrado y ejecutado a 20 personas que tuvieron interés de apoyar con su punto de vista, ya que identificaron y expusieron sus opiniones sobre lo que se podría mejorar, lo cual me sirvió de aliento para poder optimizar y entregar un mejor trabajo.

Por último, se detectaron e identificaron pequeñas fallas dentro de la ejecución del proyecto realizado, las cuales fueron corregidas para

que así tuviera una fluidez adecuada.

## 5. Conclusión

Hoy en día sabemos que existen diferentes herramientas en las cuales se pueden recrear mundos virtuales, pero una de las mejores es Unity porque contiene actualizaciones constantes que sirven de ayuda para el rendimiento y ejecución del mismo, además contiene una variedad de opciones, las cuales como usuario podrás utilizar acorde a lo realizado; las exportaciones pueden ser a modo Web Gl "HTML" o en .exe, entre otros , también ofrece la opción de importar videos y cuenta con una interfaz adecuada para poder programar y ver el desarrollo del mismo.

El desarrollo del mundo virtual está basado en la formación del planeta virtual. Es importante e interesante haberlo hecho así, porque permitió realizar un compuesto de mundos interactivos que sirvieran de ayuda para poder aprender de una manera tecnológica y novedosa.

## Referencias

1. Blender (2018) Recuperado el 24 de abril de 2018, de <http://www.blender.org/>
2. Unity3D (2018), Unity3D. Recuperado el 24 de abril de 2018 de <http://unity3d.com/unity/>
3. Monroe James, Wicander Reed, Pozo Manuel (2008), Geología Dinámica y Evolución de la Tierra, 4ª. Edición, Editorial Paraninfo, ISBN 978-84-9732-459-5
4. Ameghino Florentino (1953), Hallazgos científicos (nuevos conceptos sobre la formación de la tierra, la fauna y el hombre argentinos), Ed. Jackson
5. Falcon Nelson (2006), Crónicas del Cosmos. Curiosidades de Astronomía y Astrofísica, Primera Edición.
6. Barros Patricio, La formación de la tierra, Biblioteca Salvat gt de grandes temas
7. García Lucas Miguel Ángel (1993), Un planeta con vida: [la tierra, su origen, su evolución, su deterioro, sus alternativas, La Vanguardia, 1993.
8. Monroe J, Manuel Pozo Rodríguez (2008), Geología. Dinámica y Evolución de la Tierra, Editorial Paraninfo, 2008.



## RA-UATx: Aplicación Móvil para alumnos de nuevo ingreso

Fernanda Leticia Flores García, Moisés Lara Mateos,  
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología  
Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, No, C.P 90401, Apizaco, Tlaxcala, México  
{ ferciisflores18@gmail.com, thextar356@gmail.com }  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 30 de octubre de 2018, Aceptado 15 de Noviembre de 2018,  
Versión Final 22 de noviembre de 2018*

**Resumen** Este artículo muestra la importancia de la innovación de tecnologías visuales, ya que al paso de los años han tomado importancia en el desarrollo y aprendizaje en diferentes ramas de la educación. La Realidad Aumentada es una base importante para la enseñanza de manera práctica, con mejor entendimiento e innovación. El prototipo RA-UATx ofrece la oportunidad de presentar las diferentes Facultades de la Universidad Autónoma de Tlaxcala con Realidad Aumentada para poder interactuar con ella desde su dispositivo móvil y observando desde tecnología 3D a la Universidad, haciéndola más llamativa.

**Abstract:** This article shows the importance of the innovation of visual technologies, actually, they have taken importance in the development and learning in different branches of education. Augmented Reality is an important basis for teaching in a practical way, with better understanding and innovation. The prototype RA-UATx offers the opportunity to present the different Faculties of the Universidad Autónoma de Tlaxcala

with Augmented Reality to interact with it from their mobile device and observing from 3D technology to the university making it more striking.

**Palabras Clave:** Universidad, Educación, Tecnología, Realidad Aumentada, Innovación

**Keywords:** University, Education, Technology, Augmented Reality, Innovation

## 1. Introducción

La Realidad Aumentada es un área fundamental para el aprendizaje en las tecnologías. Uno de los aspectos importantes de la Realidad Aumentada es el modo de enseñanza en diferentes ramas de educación, teniendo una experiencia más agradable en el aprendizaje, al mismo tiempo teniendo una visualización más detallada sobre el objeto en tiempo real y observando el funcionamiento de los objetos 3D combinados con la realidad.

Cabe destacar que la realidad aumentada es un nuevo modo de enseñanza para todas las edades, que en los últimos años se ha empleado de manera educativa y de mejora en aspectos generales para su uso.

Este artículo presenta el proyecto RA-UATx realizado con Realidad Aumentada y enfocado para los aspirantes de nuevo ingreso, en la aplicación se puede visualizar carreras, perfil de ingreso y egreso, planes de estudio, modelos 3D representativos de las Facultades, etc. Los cuales serán útiles para los aspirante que buscan ingresar a la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

## 2. Objetivo.

Desarrollar una aplicación de Realidad Aumentada que proporcione información de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Tlaxcala para los aspirantes de nuevo ingreso.

## 3. Justificación.

El proyecto RA-UATx se enfoca en el uso de la tecnología de realidad aumentada para que aspirantes y alumnos, puedan tener información oportuna para poder elegir de manera más exacta la

carrera de su agrado, lo que también llevará a crear una cultura en los alumnos de esta máxima casa de estudios, mediante el uso de las tecnologías y herramientas actuales.

Se propone que sea RA (Realidad Aumentada) porque actualmente las tecnologías de visualización se encuentran en un gran auge, así como su uso cotidiano en aplicaciones para el sistema Android, lo que permite atraer la atención del usuario de manera creativa y original; en la actualidad podemos tener fácil acceso a aplicaciones de realidad aumentada que, en un futuro, serán de gran utilidad. En este proyecto se propone su uso, enfocada a la población estudiantil que posean un Smartphone. El proyecto propuesto es un área de oportunidad a gran escala, ya que de esta manera, quien posea la aplicación podrá conocer información relevante de la Universidad y las Licenciaturas que oferta en sus diferentes Facultades a lo largo del estado.

#### 4. Diagrama General.

Al usar la aplicación como primer paso debe de descargar los targets que permiten mostrar la información 3D, textual y auditiva, después debe de abrir la aplicación instalada RA-UATx, se encenderá la cámara para escanear el target de alguna Facultad y se visualizará la información de la Facultad deseada.

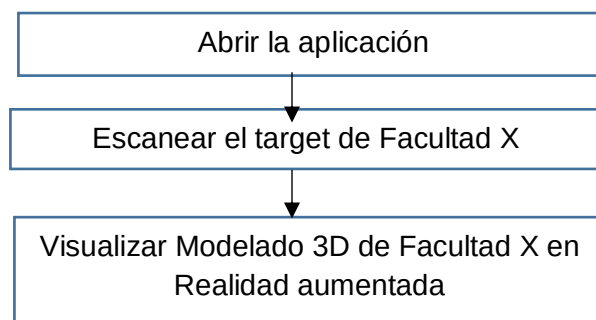


Figura 1. Diagrama general de la propuesta.

#### 5. Estado del Arte

A continuación se presenta el estado del Arte del proyecto, enfocados al aprendizaje educativo y sobre Realidad Aumentada.

### **5.1. Museos y Centros de Interpretación: espacios para la experiencia aumentada.**

El Centro de Interpretación de la Orden Militar de Calatrava comienza con una instalación de Realidad Aumentada, en la que se ofrece a través de maquetas virtuales, el proceso constructivo de la fortaleza desde sus primeros asentamientos hasta su abandono [1].

### **5.2. Realidad aumentada, una evolución de las Aplicaciones de los dispositivos móviles.**

La aplicación de aprendizaje en realidad aumentada a través de los dispositivos móviles, sirve para que los alumnos puedan aprender en tiempo real, de igual manera es de gran ayuda para personas con capacidades diferentes, facilitando a los docentes la interacción y la disponibilidad del material [2].

### **5.3. Realidad Aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural**

El proyecto ARCHEOGUIDE es una abreviación de Augmented Reality-Based Cultural Heritage On-Site Guide, explora y pone en práctica las posibilidades de la tecnología de Realidad Aumentada en el campo del Patrimonio Cultural, enfocándose en yacimientos arqueológicos de Grecia, específicamente sobre el sitio arqueológico de Olimpia [3].

## **6. Modelado 3D y Realidad Aumentada**

### **6.1. Modelado 3D**

El modelado 3D consiste en dar una forma a objetos de manera individual, que posteriormente serán integrados a una escena ya sea de un videojuego, animación, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, entre otros.

### **6.2. Realidad Aumentada**

La Realidad Aumentada puede definirse como:

El método que “se encarga de estudiar las técnicas que permiten integrar en tiempo real contenido digital con el mundo real” [4].

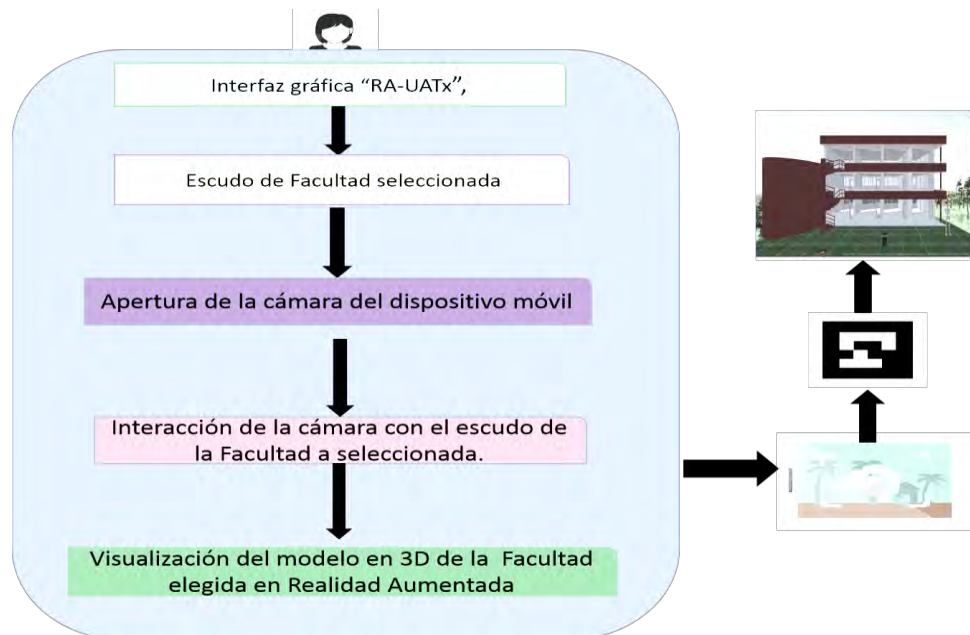
La Realidad Aumentada (RA) “hace referencia a la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados (o aumentados) con elementos virtuales generados por un ordenador, cuya fusión da lugar a una realidad mixta” [5].

Comúnmente significa “una nueva ventana a través de la cual se puede ver el mundo «enriquecido»” [6].

## 7. Descripción de la Aplicación

RA-UATx es una aplicación de Realidad Aumentada móvil para visualizar los edificios 3D más representativos de cada Facultad de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, utiliza como marcadores los escudos de cada Facultad.

La arquitectura de la aplicación se muestra en la Figura 2.

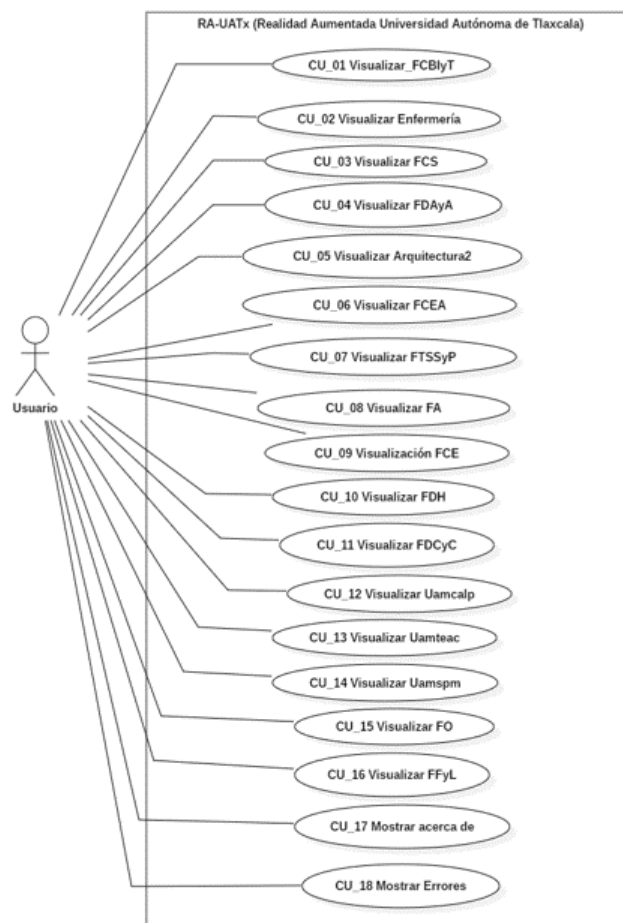


**Figura 2.** Arquitectura de la aplicación

- 1.- Interfaz gráfica “RA-UATx”: Tiene como función el enlace con los demás componentes de la aplicación para su utilización.

- 2.- Escudo de Facultad seleccionada: Es el target de identificación de cada facultad.
- 3.- Apertura de la cámara del dispositivo móvil: Es un módulo que depende del dispositivo móvil para el escaneo del target.
- 4.- Interacción de la cámara con el escudo de la Facultad a seleccionada: Se realiza el reconocimiento del target.
- 5.- Visualización en 3D de cada Facultad: Se muestra el edificio más representativo de cada Facultad.

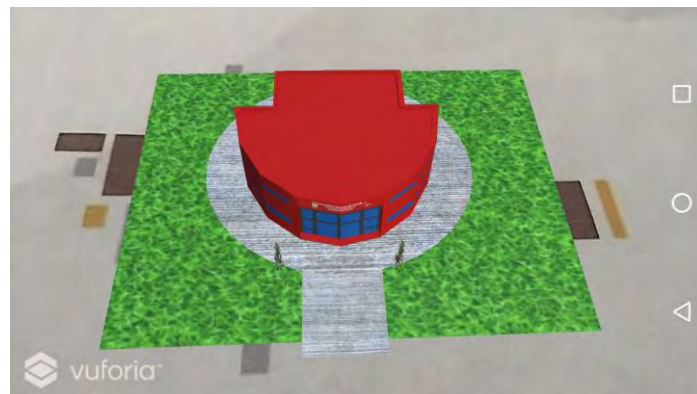
A continuación, en la Figura 3 se muestra el diagrama de casos de uso de uso del proyecto RA-UATx.



**Figura 3.** Diagrama de caso de uso.

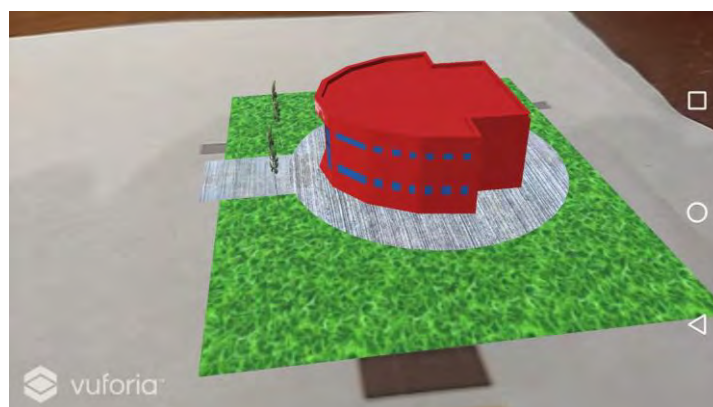
Cada caso de uso permite visualizar un modelo 3D representativo de la Facultad, así como el perfil de ingreso y egreso, planes de estudio, etc.

En la Figura 4 se muestra RA-UATx funcionando desde un dispositivo móvil, la cámara ha reconocido el escudo de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología y visualiza el edificio mas representativo de esta Facultad.



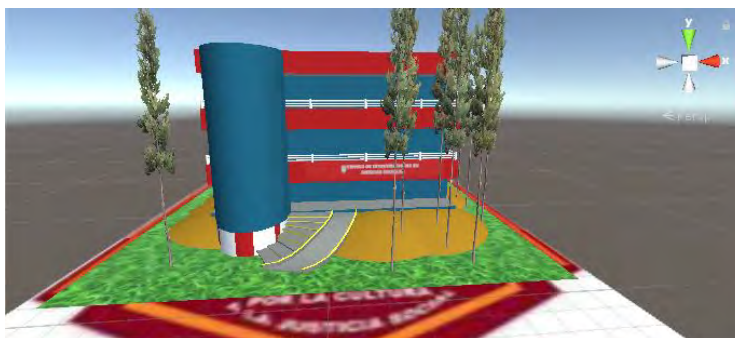
**Figura 4.** RA-UATx reconoce el target de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

En RA-UATx, es posible ver los modelos 3D desde un ángulo diferente, con tan solo rotar el target o el celular, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** El usuario ha girado el target de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

RA-UATx visualiza el edificio en 3D de la Facultad de Ciencias Sociales y Psicología, ver Figura 6.



**Figura 6.** RA-UATx reconoce el target de la Facultad de Ciencias Sociales y Psicología.

El modelo 3D del Edificio de Ciencias Sociales y Psicología se observa en un ángulo diferente mostrando la ambientación implementada, ver Figura 7.



**Figura 7.** El usuario gira el target de la Facultad de Ciencias Sociales y Psicología.

La aplicación RA-UATx muestra el funcionamiento y visualización del edificio en 3D en tiempo real desde un dispositivo móvil, ver Figura 8.

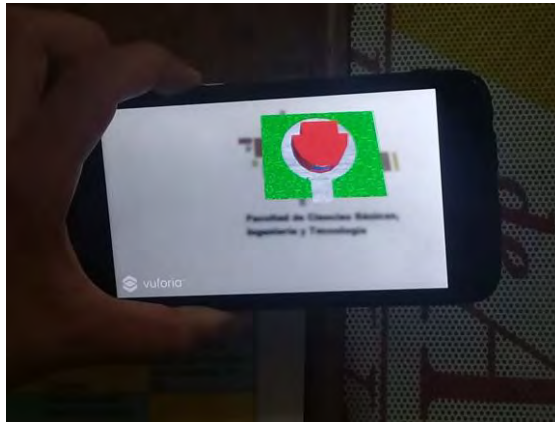


Figura 8. RA-UATx desde un dispositivo móvil.

## 8. Resultados y Pruebas

Este proyecto está en proceso, hasta ahora se han realizado pruebas en los modelados 3D, tales como coherencia, selecciones de colores, texturas adecuadas. Para la parte de Realidad Aumentada se ha probado que los targets permitan visualizar la información correcta, que los modelados de los edificios 3D aparezcan sobre el target, que la información textual no tenga errores ortográficos, así como que la aplicación pueda ser instalada en diferentes dispositivos móviles.

## 9. Conclusiones

RA-UATx es un proyecto de Realidad Aumentada para los aspirantes de nuevo ingreso, este proyecto aún está en proceso, sin embargo, se ha detectado en las pruebas que los modelos de Blender no funcionan del todo bien en Unity, ya que a veces generan transparencias en algunas paredes de los edificios, por lo que hemos estado probando Cinema 4D con Unity y Android, y hemos visto gran compatibilidad entre éstos.

Hemos observado que cuando se ambienta el escenario con los edificios, árboles, accesorios, etc. se agrupan y se crea un solo objeto con todo el escenario, dando lugar a que la aplicación visualice con un solo target todo el escenario.

Es importante remarcar que debido a que las aplicaciones de Realidad Aumentada sobre móviles deben de ser lo más pequeñas posible, se debe de cuidar que los objetos no sean muy grandes, por ejemplo, no es posible usar el terreno que trae Unity, porque es muy

grande, por lo que se optó por usar planos texturizados.

## Referencias

1. Ruiz Torres, D. (2011). Realidad Aumentada, educación y museos. Revista ICONO14 Revista Científica De Comunicación Y Tecnologías Emergentes, 9(2), 212-226. Obtenido de <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>
2. Fombona Cadavieco, Javier; Pascual Sevillano, María Ángeles; Madeira Ferreira Amador, María Filomena.(2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, 2012, (41): 197-210. Obtenido de [https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/22659/file\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/22659/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
3. Ruiz Torres, D. Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural. e-rph: Revista Electrónica de Patrimonio Histórico [en línea] 2011. Obtenido de <http://www.revistadepatrimonio.es/revistas/numero8/difusion/estudios2/articulo.php>
4. Morcillo Gonzales Carlos, Fernández Vallejo David, Jiménez Albusac Javier Alonso, Castro, Castro Sánchez José Jesús, 2010, Realidad Aumentada un enfoque practico con ARToolKit y Blender, Bubock Publishing S.L.
5. Cobo Romani,Cristóbal; Moravec,John W.(2011).Aprendizaje Invisible.Hacia una nueva ecología de la educación.Col leccio XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona
6. Fundación Telefónica, Madrid España 2011, Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo, Editorial Ariel, S.A.



## Recorrido Virtual del Fuerte de Loreto

Jesús Rosas Lima, Oswaldo Soria del Razo,  
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala,  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.  
Calzada Apizaquito, Apizaco, No. C.P 90300, Tlaxcala, México  
{rosasjesus916, oxwasr, marva.mora@gmail.com}  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 10 de Septiembre de 2018, Aceptado 10 de Octubre de 2018,  
Versión final 31 de Octubre de 2018.*

**Resumen** En este proyecto se presenta un recorrido virtual de los Fuertes de Loreto, donde se libró la batalla de Puebla del 5 de mayo. Este proyecto permite fomentar la cultura en la sociedad, se uso para el desarrollo Unity y Blender. Durante el desarrollo de este proyecto se investigaron los diferentes recorridos virtuales del mismo lugar o similares, así como los datos históricos del lugar. Para el desarrollo se aplicaron técnicas de modelado en 2D y 3D y se diseñó la parte interna y externa del museo.

**Abstract** This project presents a virtual tour of Loreto forts, where the Battle of Puebla was fought on May 5. The project promotes culture in society and we used Unity and blender. Likewise, for the development of this project we investigated the different virtual tours of the same place or similar, as well as the historical data of the place. During the development we used 2d and 3d modeling techniques. It is designed the external and internal part of museum.

**Palabras Clave:** Recorrido Virtual, Historia, Cultura, Fuertes de Loreto.

**Keywords:** Virtual tour, history, culture, forts of Loreto.

## **1. Introducción**

Llamamos recorrido virtual a "una simulación de un lugar virtual compuesto por un conjunto de objetos 3D", aunque a veces esta definición, dado el auge de la tecnología, se puede quedar un poco corta. En este proyecto se desarrolló un recorrido virtual, el cual permite a los usuarios conocer los fuertes de Loreto que se encuentran ubicados en el cerro de Acueyametepec en el estado de Puebla, lugar donde se llevó acabo la histórica batalla de Puebla el 5 de mayo de 1862. El proyecto va dirigido al público en general, pues podrán acceder desde niños hasta adultos, enriqueciendo así su cultura y conociendo más sobre el estado de Puebla, lo que permitirá causar a su vez, un impacto educativo.

## **2. Trabajos Relacionados**

### **Museo Frida Kahlo [1]**

Este proyecto tiene como objetivo dar a conocer a través de un recorrido virtual el museo de la pintora mexicana Frida Kahlo. Entre lo más destacado de la casa, se encuentran las camas que utilizó Frida para pintar mientras se encontraba inmovilizada de la columna, además del estudio, la biblioteca, la cocina, el jardín y una pirámide en la que se encuentran expuestas su colección de piezas prehispánicas.

### **2.2 Museo de Antropología de Madrid [2]**

Este trabajo muestra el desarrollo de un recorrido virtual por el "Museo de Antropología de la Ciudad de Madrid". Usando solamente técnicas en 2D y fotografías en 360°. Este recorrido virtual es el primer museo antropológico virtual, dedicado a ofrecer una visión global de las distintas culturas existentes en el planeta, con colecciones que cubren los cinco continentes.

### **2.3 Recorrido Virtual 360° Palacio de Bellas Artes [3]**

Este proyecto tiene como objetivo la recreación del recorrido virtual que permite conocer el Palacio de Bellas Artes de México, se

utilizaron técnicas en 2D en su mayoría y fotografías en 360°. Este proyecto se logró gracias a la utilización de un carrito equipado con una cámara en su parte superior, apoyado en cuatro ruedas, con una altura de poco más de un metro y un ancho de 30 centímetros, con el cual se escanea el lugar que se desea capturar, para enseguida hacer un registro fotográfico de 15 imágenes.

### **3. Metodología**

El presente proyecto va dirigido al público en general, que estén interesados en enriquecer sus conocimientos sobre nuestro país, en particular sobre el emblemático lugar de Los Fuertes de Loreto en el estado de Puebla y el museo de la No Intervención; el objetivo principal de este proyecto es que el usuario pueda apreciar manera interactiva este lugar histórico.

Los usuarios que ingresen al escenario virtual podrán realizar el recorrido para poder apreciar el museo de la No Intervención, así como los objetos que se encuentran en su interior, es importante mencionar que cuando el usuario este cerca de los desarrollos modelados en 3D se presenta una explicación textual y auditiva.

Este proyecto se desarrolló considerando la metodología de [4], donde se presentan 14 puntos clave para desarrollar un proyecto de “Revolución Industrial con Realidad Virtual”:

1. Redacción de un guión detallado, que tenga actividades y metas fijas.
2. Establecer el hardware y software a utilizar.
3. Establecer los principios de usabilidad como: inmersión, retroalimentación, interactividad, navegación, orientación y ayuda.
4. Es importante esbozar ideas a lápiz de lo que se hará, dibujos, mapas, construcciones, etc.
5. Es necesario manejar dimensiones y escalas.
6. Desarrollo de modelados.
7. La creación del mundo virtual 3D.
8. Ambientar el terreno virtual manejando iluminación y sombras.

9. Dar navegabilidad al usuario para poder recorrer los diferentes caminos.
10. Generar actividades y metas.
11. Incluir música y audios.
12. Probar el proyecto.
13. Corregir.
14. Dar mantenimiento y seguimiento.

#### **4. La Realidad Virtual y Los Fuertes de Loreto**

**Realidad Virtual:** Sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad, que de hecho no son más que ilusiones ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico y que únicamente se da en el interior de los ordenadores. La simulación que hace la realidad virtual se puede referir a escenas virtuales, creando un mundo virtual, que sólo existe en el ordenador, de lugares u objetos que existen en la realidad. También permite capturar la voluntad implícita del usuario en sus movimientos naturales, proyectándolos en el mundo virtual que estamos generando, proyectando en el mundo virtual movimientos reales [5].

**Fuertes de Loreto:** Los fuertes de Loreto y Guadalupe son unas antiguas edificaciones militares que se encuentran en la ciudad de Puebla. Originalmente se trataba de capillas construidas en lo alto del cerro Acueyametepec, que fueron reconstituidas a principios del siglo XIX como fortificaciones con fines militares. Sirvieron como escenario principal tanto en la batalla como en el sitio de Puebla, durante la Segunda Intervención Francesa en México. Declarados como patrimonio histórico de México, actualmente albergan museos de sitio [6]. En la Figura 1 se muestra el museo Fuertes de Loreto con vista desde el exterior.



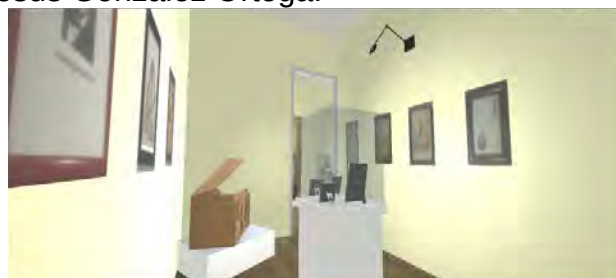
**Figura 1.** Museo Fuertes de Loreto.

## **5. Fuertes de Loreto Virtual**

El museo virtual se basa en [6, 7 y 8], además de visitas de campo a los Fuertes de Loreto para la adquisición de información y de fotografías- El museo contiene 6 salas:

1. Introducción al Recorrido.
2. General Jesús González Ortega.
3. Museo de la No Intervención.
4. Batalla del 5 de mayo.
5. De la Independencia a la Restauración de la República.
6. Historia del Fuerte de Loreto.

1. **Sala Introducción al Recorrido.-** Esta sala presenta una introducción a lo que el usuario recorrerá, además, contiene un mural del 5 de mayo.
2. **Sala General Jesús González Ortega.-** Esta sala está dedicada al General en Jefe del Ejército del Oriente en el sitio de Puebla. Nacido el 20 de enero de 1822 – Fallecido el 28 de enero de 1881, Jesús González Ortega fue un militar y político mexicano, gobernador de Zacatecas, que participó en la guerra de Reforma al lado de Benito Juárez y durante la Segunda Intervención Francesa en México. En la Figura 2 se muestra parte de la Sala Virtual Jesús González Ortega.



**Figura 2.** Sala Virtual Jesús González Ortega.

3. **Sala Museo de la No Intervención.-** El Fuerte Loreto fue el escenario de la batalla del 5 de mayo de 1862, entre los ejércitos mexicano y francés. El recinto se ha destacado por difundir el nacionalismo, la identidad y el orgullo mexicano. Esta sala está dedicada a mostrar la colección del propio Museo del Fuerte de Loreto, en la que destacan los oleos sobre tela. En la Figura 3 se muestra parte de la sala virtual de la No Intervención.

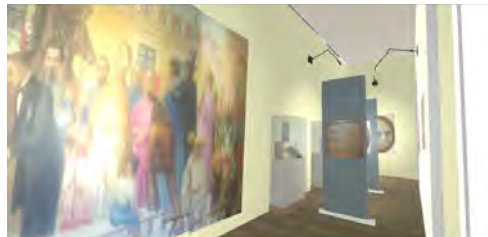


Figura 3. Sala Virtual de la No Intervención.

4. **Sala Batalla del 5 de mayo.-** La batalla de Puebla fue un enfrentamiento armado que se llevó acabo el 5 de mayo de 1862. El ejército mexicano derrotó al francés y la victoria fue épica, pues el primero no tenía mayor arma que su propio valor. Por eso es que esta sala está dedicada a esa batalla memorable para México. En la Figura 4 se muestra la sala virtual de la Batalla del 5 de Mayo.

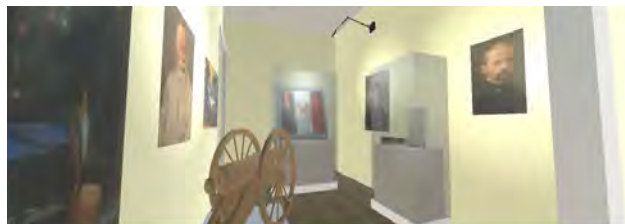
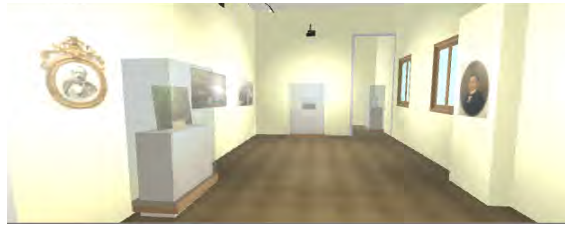


Figura 4. Sala Virtual de la Batalla del 5 de Mayo.

5. **Sala De la Independencia a la Restauración de la República.-** Se sitúa en el periodo de 1867 a 1876, desde el terminó del Imperio de Maximiliano hasta el Porfiriato. Esta sala esta dedicada al proceso de Restauración de la República después de la independencia, mostrando algunos aspectos relevantes. Las Figura 5 y 6 muestran la sala virtual de la Independencia a la Restauración de la República.



**Figura 5.** Perspectiva 1 de la sala virtual de la Independencia a la Restauración de la República.



**Figura 6.** Perspectiva 2 de la sala virtual De la Independencia a la Restauración de la República.

6. **Sala Historia del Fuerte de Loreto.-** Esta sala está dedicada a la historia de los fuertes de Loreto, así como aspectos básicos de la vida cotidiana de sus alrededores. Se destaca la importancia de este Fuerte, donde se han desarrollado diversos acontecimientos históricos trascendentales para México, tanto del siglo XIX como del siglo XX, desde la Independencia hasta la Revolución, pasando por los enfrentamientos entre conservadores y liberales, antes y durante la Guerra de Reforma y la Intervención Francesa, En la Figura 4 se muestra la Historia del Fuerte de Loreto.



**Figura 7.** Sala Historia del Fuerte de Loreto.

## 6. Resultados y Pruebas

Este proyecto se probó con 25 estudiantes de la FCBlyT, en la Tabla 1 y en la Figura 8 se muestran los resultados, los cuales son positivos para el museo virtual de los Fuertes de Loreto.

| Descripción                                           | Evaluación Alta | Evaluación Baja |
|-------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Relevancia del Museo Virtual de los Fuertes de Loreto | 23              | 2               |
| Facilidad de uso del museo virtual                    | 24              | 1               |
| Gráficos claros                                       | 25              | 0               |
| Contenido del museo virtual                           | 25              | 0               |

Tabla 1. Resultados obtenidos

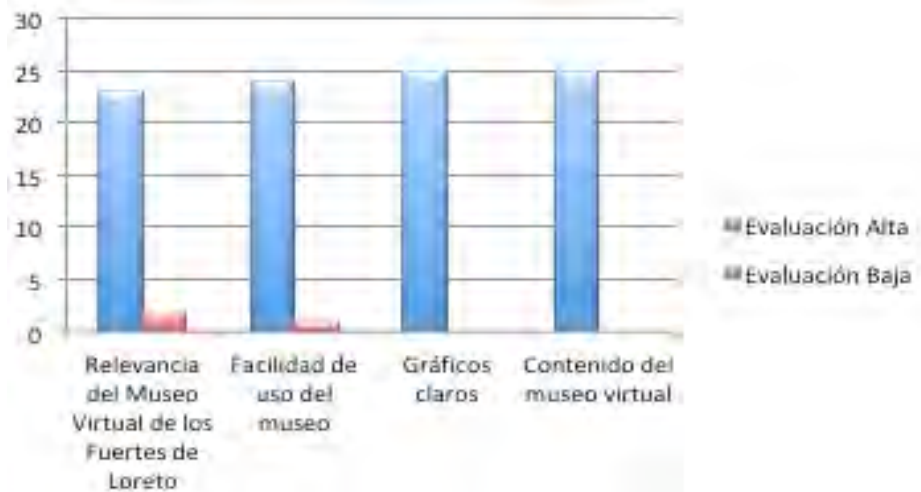


Figura 8. Resultados obtenidos del Test.

## 7. Conclusiones

La realidad virtual es un tema muy amplio y de constante desarrollo, con la cual se pueden desarrollar infinidad de proyectos en diferentes campos (Ingeniería, Medicina, Arquitectura etc.). Los museos virtuales se han convertido en un método de interés para transmitir información relevante de un lugar a otro, además de ser una palanca de impulso para fomentar el turismo y las visitas recreativas a estos lugares. A lo largo del proyecto nos fuimos dando cuenta que el hacer el modelado de un objeto no es tan sencillo, por este motivo nos llevó más tiempo de lo que se había planeado realizar el modelado de los objetos del proyecto, ya que conforme se iba desarrollando el modelo se iban teniendo más detalles del mismo y por consiguiente más tiempo en su elaboración.

## Referencias

1. Recorridosvirtuales.com. (2017). Casa Azul. [online] Available at: [http://www.recorridosvirtuales.com/frida\\_kahlo/museo\\_frida\\_kahlo.html](http://www.recorridosvirtuales.com/frida_kahlo/museo_frida_kahlo.html).
2. Museos Virtuales - Ministerio de Cultura, España. (2017). Museo Nacional de Antropología. [online] Available at: <http://www.mcu.es/visitavirtualmuseos/museo-de-antropologia>.
3. Inba.gob.mx. (2018). Recorrido Virtual 360° Palacio de Bellas Artes, INBA. [online] Available at: <https://www.inba.gob.mx/sitios/recorridos-virtuales/palacio-de-bellas-artes/>.
4. Mora Lumbreras Marva Angélica, Martínez Varela Alvaro Jair, López Rafael Iván, Meza Alvarado Carlos Alberto (2015). "Realidad Virtual, Big data y Tecnología Virtual Educativa". Editorial: Universidad Autónoma de Tlaxcala pág. 52-72, ISBN: 978-607-8432-28-8
5. Hilera, J.R., Otón, S., Martínez, J (2015). "Aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza a través de Internet". Universidad de Alcalá
6. Pérez Siller, J. and Grajales Porras, A. (n.d.). "Historias, mitos y representaciones del 5 de mayo".
7. Bellumartis.blogspot.com. (2018). "Fuentes de Loreto y Guadalupe: Origen de los Baluartes de la Batalla de Puebla". [online] Available at: <https://bellumartis.blogspot.com/2014/06/fuentes-de-loreto-y-guadalupe-origen-de.html> [Accessed 20 Jun. 2018].
8. González R, and Woods R. "Digital Image Processing". Pearson Education, 2da. Edición, 2003



# IZTATL

## COMPUTACIÓN