

REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



1. Clasificación de truchas y salmones con Máquinas de Soporte Vectorial: lineal y Perceptrón
9. El Proceso detrás de la identificación de huellas dactilares
17. Metodología de análisis de riesgos y vulnerabilidades en dispositivos IoT en cerraduras inteligentes y cámaras IP
25. Aplicación de Realidad Aumentada como herramienta de difusión de pueblos mágicos de Tlaxcala en escuela primaria multigrado
33. Universal RA: Planetario con realidad aumentada
41. Realidad Aumentada para efectos de enfermedades venéreas “Visión Segura”
49. BiodiversityVRTLX: Un Museo Virtual para la Difusión de la Biodiversidad de Tlaxcala
57. Videojuego: Migración de las familias tlaxcaltecas



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

Dr. Serafín Ortiz Ortiz
Rector

Mtro. Alejandro Palma Suárez
Secretario Académico

Dra. Margarita Martínez Gómez
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

Mtra. Diana Selene Ávila Casco
Secretaria de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

M.C. Roberto Carlos Cruz Becerril
Secretario Técnico

Arq. Miguel Moisés García de Oca
Secretario Administrativo

Dra. Gloria Ramírez Elías
Secretaria de Autorrealización

Dr. Arturo Elías Domínguez
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

M.C. José Antonio Joaquín Durante Murillo
Coordinador de Enlace Internacional, Vinculación e Intercambio Académico

Dr. Ever Juárez Guerra
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

MC Carolina Rocío Sánchez Pérez
Secretaria de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras
Coordinadora de Posgrados en Computación y Electrónica

Dr. Jorge Alberto Sánchez Martínez
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 15, No. 29, enero-junio 2026, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <https://ingenieria.uatx.mx/revistas.html>, iztatl.computacion@gmail.com. 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, 19 de mayo de 2026.

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

Dr. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP

Dra. María del Rocío Ochoa Montiel, UAT

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT

Dra. Marisol Hernández Hernández, UAEM

M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT

M.C. Esther Ortega Mejía, BGO LDCM

M.I.S.C.I. Everardo Carlos Guevara Hernández

M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT

M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT

M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT

M.T.E. Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi, UAT

Instituciones participantes:

BGO LDCM.- Bachillerato General Oficial Luis Donaldo Colosio Murrieta

BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

UAEM.- Universidad Autónoma del Estado de México

UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala

UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca





La tecnología ha tenido una gran evolución, por lo que en la edición de Iztatl Computación No. 29 se tienen 8 artículos interesantes, los cuales fueron previamente inspeccionados por el equipo revisor.

1. “Clasificación de truchas y salmones con Máquinas de Soporte Vectorial: lineal y Perceptrón” de Irianely Ivonne Pérez Juárez, Agustín Guzmán Cortés, Miguel Ángel Vargas Lomelí y Leticia Flores Pulido compara dos variaciones de Máquina de Soporte Vectorial (SVM) que es una de las técnicas de clasificación supervisada más utilizadas.
2. El artículo “Proceso detrás de la identificación de huellas dactilares” de Melani Guadalupe Espina Rodríguez, Allison Wendolin López Aldana, Brayan Palafox Martínez, Hannia Darina Sánchez Guevara y Leticia Flores Pulido aborda el procesamiento digital de imágenes aplicado a una colección de huellas dactilares con el objetivo de construir una base de conocimientos para la autenticación de identidad.
3. “Metodología de análisis de riesgos y vulnerabilidades en dispositivos IoT en cerraduras inteligentes y cámaras IP” de Xenia Nazaret Gonzáles Pérez, Everardo Carlos Guevara Hernández, Leticia Flores Pulido y Patrick Hernández Cuamatzi analiza vulnerabilidades en la cerradura Tensky TK003 y la cámara IP Wonsdar XM668MP-WIFI mediante un entorno doméstico simulado y herramientas de auditoría como Nmap, Wireshark y Kali Linux.
4. “Aplicación de Realidad Aumentada como herramienta de difusión de pueblos mágicos de Tlaxcala en escuela primaria multigrado” de Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi y Diego Flores Zapata detalla el desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada (RA), en la escuela primaria multigrado de San Miguel el Piñón en España, Tlaxcala, teniendo como objetivo principal la difusión de los tres Pueblos Mágicos de Tlaxcala: Huamantla,

Tlaxco e Ixtenco.

5. “Universal RA: Planetario con realidad aumentada” de Armando Lara Romero, Marva Angélica Mora Lumbreras y Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi presenta una aplicación que usa la tecnología emergente de la realidad aumentada para dispositivos móviles, enfocada en la enseñanza de temas de astronomía.
6. Realidad aumentada para efectos de enfermedades venéreas “Visión Segura” de José Luis Mellado Vela y Marva Angelica Mora Lumbreras presenta el desarrollo de un prototipo educativo en realidad aumentada (RA) de nombre Visión Segura, que permita visualizar la propagación y los efectos de enfermedades venéreas en el cuerpo humano, específicamente VIH, gonorrea y hepatitis.
7. “BiodiversityVRTLX: Un Museo Virtual para la Difusión de la Biodiversidad de Tlaxcala” de Fernando Cruz Del Valle y Marva Angélica Mora Lumbreras presenta un museo virtual enfocado en la biodiversidad del estado de Tlaxcal, busca ofrecer una herramienta educativa e inmersiva para estudiantes de nivel básico, que permita superar la falta de acceso a experiencias realistas sobre el entorno ecológico local.
8. “Videojuego: Migración de las familias tlaxcaltecas” de Marva Angelica Mora Lumbreras y Eric Romero Reyes explica la alianza tlaxcalteca – española, los motivos del viaje de las familias, sus colonias y los motivos adquiridos en un entorno de videojuego.

Los invitamos a leer con interés todos los artículos presentados, y a elaborar su propio artículo para la revista, basado en su tesis o prototipo con el propósito de contribuir activamente a la generación y difusión del conocimiento.

Marva Angélica Mora Lumbreras
Editora responsable



Índice

1. Clasificación de truchas y salmones con Máquinas de Soporte Vectorial: lineal y Perceptrón
Irianely Ivonne Pérez Juárez, Agustín Guzmán Cortés, Miguel Ángel Vargas Lomelí y Leticia Flores-Pulido

9. El Proceso detrás de la identificación de huellas dactilares
Melani Guadalupe Espina Rodríguez, Allison Wendolin López Aldana, Brayan Palafox Martínez, Hannia Darina Sánchez Guevara y Leticia Flores Pulido

17. Metodología de análisis de riesgos y vulnerabilidades en dispositivos IoT en cerraduras inteligentes y cámaras IP
Xenia Nazaret González Pérez, Everardo Carlos Guevara Hernández, Leticia Flores Pulido y Patrick Hernández Cuamatzi

25. Aplicación de Realidad Aumentada como herramienta de difusión de pueblos mágicos de Tlaxcala en escuela primaria multigrado
Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi y Diego Flores Zapata

33. Universal RA: Planetario con realidad aumentada
Armando Lara Romero, Marva Angélica Mora Lumbreras y Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi

41. Realidad Aumentada para efectos de enfermedades venéreas “Visión Segura”
José Luis Mellado Vela y Marva Angélica Mora Lumbreras

49. BiodiversityVRTLX: Un Museo Virtual para la Difusión de la Biodiversidad de Tlaxcala
Fernando Cruz Del Valle y Marva Angélica Mora Lumbreras

57. Videojuego: Migración de las familias tlaxcaltecas
Marva Angelica Mora Lumbreras y Eric Romero Reyes



Clasificación de truchas y salmones con Máquinas de Soporte Vectorial: lineal y perceptrón

Irianely Ivonne Pérez Juárez, Agustín Guzmán Cortés, Miguel Angel Vargas Lomelí, Leticia Flores Pulido

20224175@uatx.mx, 20234513@uatx.mx, 20214177@uatx.mx,
leticia.flores.p@uatx.mx

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
<http://www.uatx.mx/>

Recibido 05 de Febrero 2026 Aceptado 09 Febrero 2026
Versión final 19 de Febrero 2026

Resumen La investigación de este documento tiene como objetivo comparar dos variaciones de Máquina de Soporte Vectorial (SVM) que es una de las técnicas de clasificación supervisada más utilizadas, existen problemáticas en las que su desempeño es limitado como cuando los datos no son linealmente separables por mencionar un ejemplo. En este artículo se propone la implementación de dos variaciones SVM que se basan en el uso de kernels, el kernel de discriminación lineal y el kernel del perceptrón para un problema de clasificación entre truchas y salmones.

Abstract The research of this paper aims to explain two variations of Support Vector Machine (SVM) because, although SVM is one of the very popular supervised classification techniques, there are problems in which its performance is limited as when the data is not linearly separable to mention an example. In this article we propose the implementation of two SVM variations based on the use of kernels, the linear discrimination kernel and the perceptron kernel for the classification between trout and salmon.

Palabras Clave: Máquina de vectores de soporte (SVM), núcleo de discriminación lineal, núcleo de perceptrón, clasificación de peces, apren-

dizaje automático.

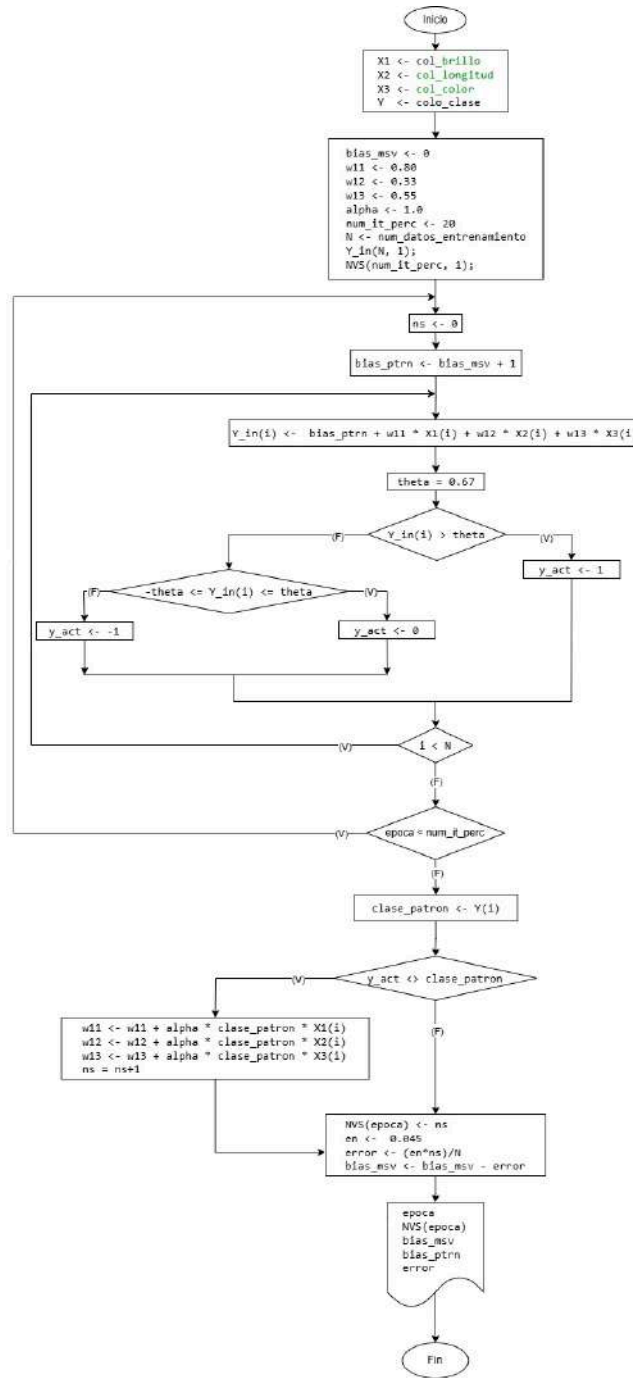
Keywords: Support Vector Machine (SVM), Linear Discrimination Kernel, Perceptron Kernel, Fish Classification, Machine Learning.

1. Introducción

En este trabajo se realiza una comparativa de dos variantes de las Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) que son algoritmos de aprendizaje supervisado utilizados principalmente con problemas de clasificación y regresión, la esencia del método es encontrar el hiperplano óptimo que maximice las distancias entre las clases a analizar, lo anterior se puede realizar con distintas configuraciones de kernel, que en nuestro caso particular veremos el kernel de discriminación lineal y el kernel de perceptrón. En la Figura 1 se muestra el diagrama de flujo de una SVM con kernel de perceptrón.

2. Estado del campo del arte

En [1] trabaja con un perceptrón multicapa (MLP) y una máquina de soporte vectorial (SVM), donde mejoraron la estimación de caída de lluvia diaria a partir de los datos de los satélites de Meteosat Segunda Generación, clasificaron inicialmente en lluvia convectiva y estratiforme mediante dos modelos MLP, y posteriormente se utilizan cuatro algoritmos SVM multiclase para la estimación de la precipitación diaria. Los modelos se entrenaron utilizando un conjunto de datos de precipitación de radar recopilados y la validación de la técnica de estimación de la precipitación diaria propuesta se realizaron con el conjunto de datos de la red de pluviómetros registrados en el norte de Argelia. La comparación de los resultados con los de dos técnicas avanzadas basadas en bosques aleatorios (RF) y vecinos más cercanos ponderados (WkNN) mostró una mayor precisión con el modelo propuesto.



de flujo.jpg

Figura 1. Diagrama de flujo de una SVM con kernel de perceptrón

En [2] se hace una comparación entre dos métodos de aprendizaje automático para predecir el precio de vuelos, los datos de entrenamiento y prueba fueron tomados del Sistema de Bases de Datos Kaggle. Los autores comparan un modelo basado en el algoritmo de Perceptrón Multicapa (MLP) y un modelo basado en Máquina de Soporte Vectorial (SVM), para lograrlo, dividieron al conjunto en datos de entrenamiento y de prueba 75 % y 25 % respectivamente, la implementación se hizo en Matlab. A pesar de que en ambos modelos se usaron las mismas características de entrada, el modelo que implementa el MLP obtiene un mejor resultado en comparación con el modelo basado en SVM, ya que mientras que el primero alcanza una precisión del 93.82 %, el modelo de SVM obtuvo solo el 84.79 %, lo que les permitió concluir que el modelo basado en MLP es más eficiente para la predicción de los precios de boletos de vuelo. Sin embargo, también mencionan que a pesar de los resultados, existen muchas variables que influyen en los precios de los vuelos y que pueden ser consideradas en trabajos a futuro, recomiendan además de usar una base de datos más extensa que les permita mejorar la precisión de las predicciones.

En [3] el estudio presenta un modelo de Máquina de Soporte Vectorial personalizado para predecir la empleabilidad de estudiantes de ingeniería, utilizando datos de graduados entre 2018 y 2022. Se consideran factores académicos, sociodemográficos y extracurriculares, aplicando un algoritmo de Optimización Basada en la Enseñanza y el Aprendizaje (TLBO) para la selección de características relevantes. Se evalúan múltiples clasificadores, como Bosque Aleatorio y K Vecinos Más Cercanos, encontrando que la SVM inicialmente alcanza una precisión del 74,37 %. Tras personalizar hiperparámetros, como la función de base radial, se mejora la precisión a un 87,8 %. Los resultados positivos sugieren que el ajuste de hiperparámetros y la selección óptima de características son cruciales para predecir la empleabilidad. Sin embargo, se notan limitaciones en la representación de factores externos como la economía o la recesión. Se sugiere un sistema de recomendaciones para maximizar las oportunidades de colocación de los estudiantes en el futuro.

En [4] el artículo se centra en la predicción de quiebras empresariales utilizando métodos de clasificación avanzados, específicamente redes neuronales artificiales y máquinas de vectores de soporte (SVM). Los autores desarrollan seis modelos de predicción, analizando datos financieros de empresas industriales en la República Checa durante cinco campañas comerciales. Se presentan modelos de redes neuronales de perceptrón multicapa (MLP) y de función de base radial (RBF). En su análisis, los autores destacan que, a pesar de la efectividad de las SVM para la cla-

sificación, presentan dificultades interpretativas, mientras que las redes neuronales, en particular el modelo 2.MLP 2292, logran una alta precisión en la predicción de quiebras, alcanzando cerca del 83 % de efectividad. Sin embargo, se identificó que la SVM no cumplió con todos los requisitos, sugiriendo limitaciones en su aplicabilidad en algunos contextos. El estudio demuestra que los modelos de redes neuronales pueden ser herramientas eficaces para predecir la insolvencia, proporcionando un enfoque más actualizado y relevante en comparación con métodos tradicionales como el Altman Z Score.

3. Formulación matemática de las Máquinas de Soporte Vectorial

Para construir a las SVM, tenemos que definir al Hiperplano separador , el cual tiene como ecuación general N -dimensional [5][6]:

$$w \cdot x + b = 0$$

donde: w es el vector de pesos, x es el vector de características de los datos y b es un sesgo; los márgenes están dados por

$$w \cdot x + b = \pm 1$$

y cuya distancia máxima equivale a minimizar la función de costo

$$\frac{1}{2} \|w\|^2$$

bajo la restricción que todos cumplan:

$$y_i(w \cdot x_i + b) \geq 1 \quad \forall i$$

donde y_i son las etiquetas (+1 o -1). Para el cálculo de los parámetros de w y b se realiza

$$w = \sum_{i=1}^m \alpha_i y_i x_i \tag{1}$$

$$b = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (y_i - w \cdot x_i) \tag{2}$$

donde S es el número de vectores de soporte que son los puntos más cercanos al hiperplano y α_i son multiplicadores de Lagrange.

La clasificación de las nuevas observaciones se hace con la función de decisión

$$h(x) = \text{signo}(w \cdot x + b)$$

Por cuestiones de espacio no se muestra la formulación matemática del SVM con Kernel Perceptrón, pero puede consultarse en [6].

4. Implementaciones

Se realizó una implementación en MATLAB para una SVM con kernel lineal y otra con kernel de perceptrón para clasificar $N = 12$ pescados divididos en 6 truchas y 6 salmones, iterando a 20 épocas, donde las características a evaluar son el brillo, longitud y el color que son definidos por las variables x_1 , x_2 , x_3 respectivamente, cuyos pesos iniciales correspondientes son $w_{11} = 0.80$, $w_{12} = 0.33$, $w_{13} = 0.55$. Para la medición del error, se ocupó una $\varepsilon_n = 0.07$ en ambos tipos de kernel y para el caso del perceptrón se utilizó inicialmente un $\alpha = 1.0$. Se consideraron los datos mostrados en la tabla 1:

Número de muestra	Brillo	Longitud	Clase
Pescado 1	0.75	0.20	Trucha
Pescado 2	0.92	0.30	Trucha
Pescado 3	0.84	0.40	Trucha
Pescado 4	0.77	0.25	Trucha
Pescado 5	0.84	0.35	Trucha
Pescado 6	0.96	0.32	Trucha
Pescado 7	0.43	0.43	Salmón
Pescado 8	0.31	0.50	Salmón
Pescado 9	0.20	0.60	Salmón
Pescado 10	0.16	0.70	Salmón
Pescado 11	0.22	0.80	Salmón
Pescado 12	0.45	0.91	Salmón

Tabla 1. Características de los pescados de muestra

El diagrama de flujo del programa de kernel de perceptrón se muestra en la Figura 1. La salida del programa se visualiza en Figura 2.

En la Figura 2 (d) se observa como el kernel del perceptrón tuvo una mejor clasificación que el de discriminación lineal, ver Figura 2 (a), ya que en la época 19, el número de vectores de soporte es 0, lo que significa que clasificó correctamente las 6 truchas y los 6 salmones de acuerdo a las características de la tabla 1, ver Figuras 2 (d) y (e), además de que en la misma época, el error también es nulo, Figura 2 (f). Al comparar los resultados de la SVM de kernel lineal, se nota como en la época 14 el número de soportes vectoriales es 2, como se ve en las Figuras 2 (a) y (b), que son correspondientes a las clasificaciones erróneas de los dos últimos salmones, de acuerdo a las salidas del programa como se observa en la Figura 3, perteneciendo a los índices 11 y 12 de la tabla 1 y donde el error baja hasta 0.0117, este no cambia y es el menor valor que alcanza a partir de la época 15, Figura 2 (c).

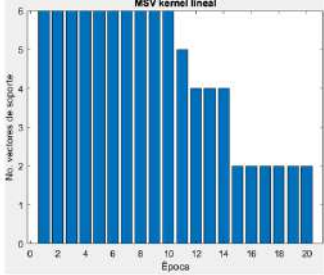
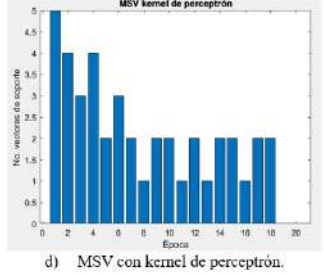
Función Discriminante ($\phi(x)$ kernel lineal, $f(x) = y_{in}$ kernel de perceptrón)	Número de vectores de Soporte por épocas	Error por épocas
 <p>a) MSV con kernel lineal.</p>	<p>b) Vectores de soporte y bias del kernel lineal.</p> <p>Época 1: nvs=6, bias_nsv=-0.0350 Época 2: nvs=6, bias_nsv=-0.0700 Época 3: nvs=6, bias_nsv=-0.1050 Época 4: nvs=6, bias_nsv=-0.1400 Época 5: nvs=6, bias_nsv=-0.1750 Época 6: nvs=6, bias_nsv=-0.2100 Época 7: nvs=6, bias_nsv=-0.2450 Época 8: nvs=6, bias_nsv=-0.2800 Época 9: nvs=6, bias_nsv=-0.3150 Época 10: nvs=6, bias_nsv=-0.3500 Época 11: nvs=5, bias_nsv=-0.3792 Época 12: nvs=4, bias_nsv=-0.4025 Época 13: nvs=4, bias_nsv=-0.4258 Época 14: nvs=4, bias_nsv=-0.4492 Época 15: nvs=2, bias_nsv=-0.4608 Época 16: nvs=2, bias_nsv=-0.4725 Época 17: nvs=2, bias_nsv=-0.4842 Época 18: nvs=2, bias_nsv=-0.4958 Época 19: nvs=2, bias_nsv=-0.5075 Época 20: nvs=2, bias_nsv=-0.5192</p>	<p>c) Errores por épocas del kernel lineal.</p> <p>Época 1: error=0.0350 Época 2: error=0.0350 Época 3: error=0.0350 Época 4: error=0.0350 Época 5: error=0.0350 Época 6: error=0.0350 Época 7: error=0.0350 Época 8: error=0.0350 Época 9: error=0.0350 Época 10: error=0.0350 Época 11: error=0.0292 Época 12: error=0.0233 Época 13: error=0.0233 Época 14: error=0.0233 Época 15: error=0.0117 Época 16: error=0.0117 Época 17: error=0.0117 Época 18: error=0.0117 Época 19: error=0.0117 Época 20: error=0.0117</p>
 <p>d) MSV con kernel de perceptrón.</p>	<p>e) Vectores de soporte y bias del kernel de perceptrón.</p> <p>Época 1: nvs=5, bias_nsv=-0.0292 Época 2: nvs=4, bias_nsv=-0.0525 Época 3: nvs=3, bias_nsv=-0.0700 Época 4: nvs=4, bias_nsv=-0.0933 Época 5: nvs=2, bias_nsv=-0.1050 Época 6: nvs=3, bias_nsv=-0.1225 Época 7: nvs=2, bias_nsv=-0.1342 Época 8: nvs=1, bias_nsv=-0.1400 Época 9: nvs=2, bias_nsv=-0.1517 Época 10: nvs=2, bias_nsv=-0.1633 Época 11: nvs=1, bias_nsv=-0.1692 Época 12: nvs=2, bias_nsv=-0.1808 Época 13: nvs=1, bias_nsv=-0.1867 Época 14: nvs=2, bias_nsv=-0.1983 Época 15: nvs=2, bias_nsv=-0.2109 Época 16: nvs=1, bias_nsv=-0.2159 Época 17: nvs=2, bias_nsv=-0.2275 Época 18: nvs=2, bias_nsv=-0.2392 Época 19: nvs=0, bias_nsv=-0.2392 Época 20: nvs=0, bias_nsv=-0.2392</p>	<p>f) Errores por épocas del kernel de perceptrón.</p> <p>Época 1: error=0.0292 Época 2: error=0.0233 Época 3: error=0.0175 Época 4: error=0.0233 Época 5: error=0.0117 Época 6: error=0.0175 Época 7: error=0.0117 Época 8: error=0.0058 Época 9: error=0.0117 Época 10: error=0.0117 Época 11: error=0.0058 Época 12: error=0.0117 Época 13: error=0.0058 Época 14: error=0.0117 Época 15: error=0.0117 Época 16: error=0.0058 Época 17: error=0.0117 Época 18: error=0.0117 Época 19: error=0.0000 Época 20: error=0.0000</p>

Figura 2. Salida de los programas que clasifica truchas y salmones con una SVM con kernel lineal y de perceptrón

```

índice: 7, época: 14
índice: 10, época: 14
índice: 11, época: 14
índice: 12, época: 14
Época 14: error=0.0233
índice: 11, época: 15
índice: 12, época: 15
Época 15: error=0.0117
índice: 11, época: 16
índice: 12, época: 16
Época 16: error=0.0117
índice: 11, época: 17
índice: 12, época: 17
Época 17: error=0.0117
índice: 11, época: 18
índice: 12, época: 18
Época 18: error=0.0117
índice: 11, época: 19
índice: 12, época: 19
Época 19: error=0.0117
índice: 11, época: 20
índice: 12, época: 20
Época 20: error=0.0117
    
```

Figura 3. Salida del programa en caso del kernel lineal, mostrando los índices (números de las filas de la tabla 1) correspondientes a la clasificación errónea

5. Conclusiones

A pesar de que el método de SVM es bastante popular para la clasificación de datos, los resultados que reportan [1], [2], [3] y [4], señalan que no siempre ofrece los mejores resultados, por lo que es necesario combinarlo con algún otro método o si es preciso, sustituirlo por otro, varios autores sugieren el método de MLP como una buena opción, sin embargo, eso no es todo ya que además es necesario considerar las recomendaciones que las investigaciones reportan, pues las problemáticas son variadas y no necesariamente cumplen con las mismas condiciones o restricciones.

La función discriminante de kernel lineal $\phi(x)$ reportó resultados menos favorables al ser comparados con el kernel del perceptrón y_{in} en los casos de prueba de la clasificación de truchas y salmones, ya que este último obtuvo un error de clasificación de 0 en las dos iteraciones finales (19 y 20), es decir, clasificó correctamente las 6 truchas y los 6 salmones. En cambio, en el caso del kernel lineal este clasificó erróneamente a los dos últimos salmones y no cambió su resultado desde la época 15.

Se propone como trabajo a futuro usar un método reconocido por enfocarse en la similitud, el método de SVM con kernel RBF también conocido como kernel gaussiano.

Referencias

1. Mounir S. & Soltane A. (2020), *A multilayer perceptron and multiclass support vector machine based high accuracy technique for daily rainfall estimation from MSG SEVIRI data*, Advances in Space Research 65, pp. 1250-1262, Elsevier.
2. Nimmada, G., & Basha, S. M. (2024, April). *A Novel Method for Predicting the Flight Price using Multilayer Perceptron Algorithm Compared with Support Vector Machine Algorithm*. In 2024 Ninth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM) (pp. 1-5). IEEE.
3. Vidyapeeth, B., (2024). *Customized support vector machine for predicting the employability of students pursuing engineering*. In 2024 Institute of Computer Applications and Management 2024 (pp. 3193-3204). Springer.
4. Horak, J., Vrbka, J., Suler, P. (2020). *Support Vector Machine Methods and Artificial Neural Networks Used for the Development of Bankruptcy Prediction Models and their Comparison*. Journal of Risk and Financial Management, 13(3), 60. MDPI.
5. Corina Cortes, Vladimir Vapnik (1995). *Support-Vector Networks*. Machine Learning, 20, 273-297, Kluwer Academic Publisher.
6. Vladimir N. Vapnik (2000). *The Nature of Statistical Learning Theory*. Second Edition, Springer.



El proceso detrás de la identificación de huellas dactilares

Melani Guadalupe Espina Rodríguez, Allison Wendolin López Aldana,
Brayan Palafox Martínez, Hannia Darina Sánchez Guevara, Leticia
Flores Pulido

20222194@uatx.mx, 20213023@uatx.mx, 20208260@uatx.mx,
20222195@uatx.mx, leticia.flores.p@uatx.mx

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
<http://www.uatx.mx/>

*Fecha de envío: 05 de Junio de 2025, Fecha de revisión: 09 de Junio,
Versión final 12 de Febrero de 2026*

Resumen El presente artículo aborda el procesamiento digital de imágenes aplicado a una colección de huellas dactilares con el objetivo de construir una base de conocimientos para la autenticación de identidad. Se llevó a cabo un proceso que incluyó la recolección y preprocesamiento de imágenes, la aplicación de filtros para mejorar su calidad, la detección de líneas clave y la extracción de características relevantes. En apartados posteriores, se describen los fundamentos matemáticos empleados, el proceso de codificación y el conjunto de características utilizadas. Finalmente, se presenta la base de conocimientos diseñada para permitir o denegar el acceso a una institución educativa o un entorno laboral.

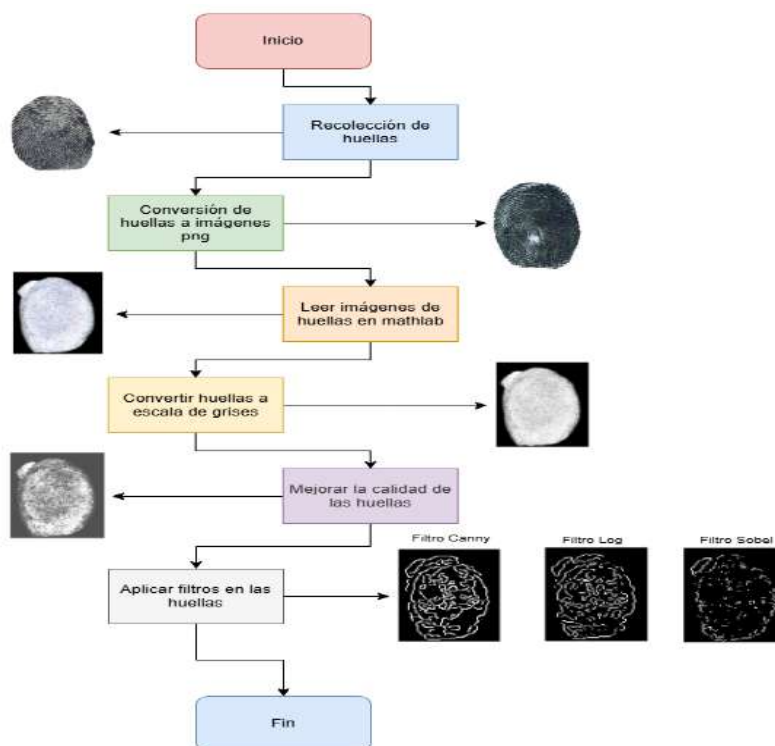
Abstract This paper deals with digital image processing applied to a fingerprint collection with the objective of building a knowledge base for identity authentication. A process was carried out that included the collection and image processing, the application of filters to improve their quality, the detection of key lines, and the extraction of relevant features. In subsequent sections, the mathematical foundations employed, the encoding process, and the set of features used are described. Finally, the knowledge base designed to allow or deny access to an educational institution or work environment is presented.

Palabras Clave: Huellas dactilares, Histogramas, Análisis de imágenes, Procesamiento de imágenes, Filtros

Keywords: Fingerprinting, Histograms, Image analysis, Image processing, Filtrates.

1. Introducción

En este trabajo se presenta un análisis en el que se ha llevado a cabo un proceso de experimentación aplicado diversas técnicas de procesamiento digital de imágenes a una colección de huellas dactilares. Este proceso incluyó la recolección de huellas dactilares, la conversión de las imágenes a niveles de gris, la aplicación de mapas de color, el uso de filtros para mejorar la calidad de la imagen, la detección de líneas clave y, finalmente, la extracción de características relevantes. Estos elementos han sido fundamentales para la construcción de una base de conocimientos que permita el análisis y reconocimiento de patrones en las huellas recolectadas, dicho proceso se ilustra en la Figura 1.



flujo.png

Figura 1. Diagrama de recolección y procesamiento de huellas.

En la sección 2, se abordará el estado del arte con 5 trabajos relacionados con la extracción de características para una base de conocimientos de huellas dactilares. En la sección 3, se abordará la fundamentación matemática del procesamiento digital de imágenes, explicando los principios y ecuaciones utilizadas en cada una de las técnicas aplicadas a las huellas. De igual forma, se detalla la implementación del procesamiento digital de imágenes, describiendo la codificación de cada variación realizada. Se explicará el uso de herramientas especializadas, el número total de líneas de código empleadas, las variables más relevantes, las funciones utilizadas, el manejo de parámetros y la integración del toolbox de redes neuronales.

En la sección 4, se mostrará un listado de características extraídas de las imágenes procesadas, las cuales se utilizarán para la construcción de la base de conocimientos.

Para finalizar, en la sección 5 se expondrán las conclusiones obtenidas en el desarrollo y análisis del proceso de experimentación, resaltando los resultados logrados.

2. Estado del arte

Diversos estudios han propuesto métodos para el procesamiento y análisis de huellas digitales, abordando el problema desde diferentes enfoques, algunos de éstos trabajos son mencionados a continuación: En el artículo [1], los autores emplean la transformada rápida de Fourier (FFT) y filtros de Gabor para mejorar la calidad de las imágenes antes del análisis. Posteriormente, describen un proceso de extracción de minucias (puntos clave en las huellas) para la identificación de personas, junto con un método de verificación que reduce errores y aumenta la precisión del sistema. El trabajo [2] propone una estrategia de segmentación basada en análisis de textura y la transformada Wavelet discreta (DWT). Estas técnicas permiten extraer características de textura de las huellas y diferenciar regiones de interés con mayor eficacia. El artículo [3] introduce un enfoque innovador que combina el procesamiento tradicional de imágenes con un nuevo filtro Ateb-Gabor, el cual integra las propiedades de la función Gabor (que une una función exponencial con una función coseno periódica) para mejorar la extracción de características. En [4], se analiza la integración de inteligencia artificial (IA) y big data para mejorar la autenticación biométrica en pagos digitales. El modelo utiliza redes neuronales y métodos criptográficos para crear un sistema más robusto, reduciendo vulnerabilidades y aumentando la seguridad en transacciones digitales. Finalmente, el estudio [5] evalúa el uso de huellas digitales y entornos en línea en el contexto de la educación superior. Los autores ex-

ploran cómo estos datos pueden optimizar los resultados de aprendizaje y la toma de decisiones institucionales, aunque también destacan desafíos como la privacidad y la necesidad de marcos éticos para su gestión.

3. Base de conocimientos

La base de conocimientos se construyó a partir de la recolección de huellas dactilares de alumnos, administrativos, docentes y personal de servicio, utilizando un escáner con procesamiento de color de 48 bits en entrada y 24 bits en salida. La resolución de escaneo alcanza hasta 19,200 x 19,200 ppp (interpolado), 2,400 x 2,400 ppp (óptico en cristal) y 2,400 x 1,200 ppp (óptico en ADF). El área de escaneo varía según el método: en cristal, hasta 8.3 x 11.46 pulgadas (210 x 291 mm), y en ADF, hasta 8.3 x 13.76 pulgadas (210 x 349.6 mm). El escáner cuenta con una escala de grises de 256 niveles. Se adquirieron 180 huellas dactilares en formato PNG, con resolución de 88–200 píxeles y un peso total de 8.4 GB. Cada persona aportó 15 imágenes (tres por dedo), garantizando una recopilación detallada y de alta calidad. Para complementar el análisis, la Figura 2 muestra el centroide de una huella, calculado con la función `centroid` de Matlab, que identifica la distribución de píxeles más representativos. Este punto central es clave para el análisis y comparación de patrones en estudios biométricos.

4. Procesamiento de huellas

Durante esta etapa, las huellas han pasado por diferentes procesos para elegir la mejor estrategia para extraer características relevantes. En primer lugar, se ha realizado la conversión de las huellas a escalas de grises, posteriormente, se ha realizado una ecualización de histograma de las imágenes. Además, se han aplicado diferentes filtros para realzar los detalles de las huellas. Entre los filtros utilizados se encuentran los filtros Canny, Log (Laplace of Gaussian) y Sobel, que buscan resaltar características los bordes de la imagen. De igual forma, se ha experimentado con distintos mapas de color que permiten ver las huellas de manera más diferenciada y resaltar características específicas de cada imagen. Los mapas de color ayudan a observar mejor las áreas de mayor interés, mejorando la identificación y caracterización de los detalles en la huella digital.

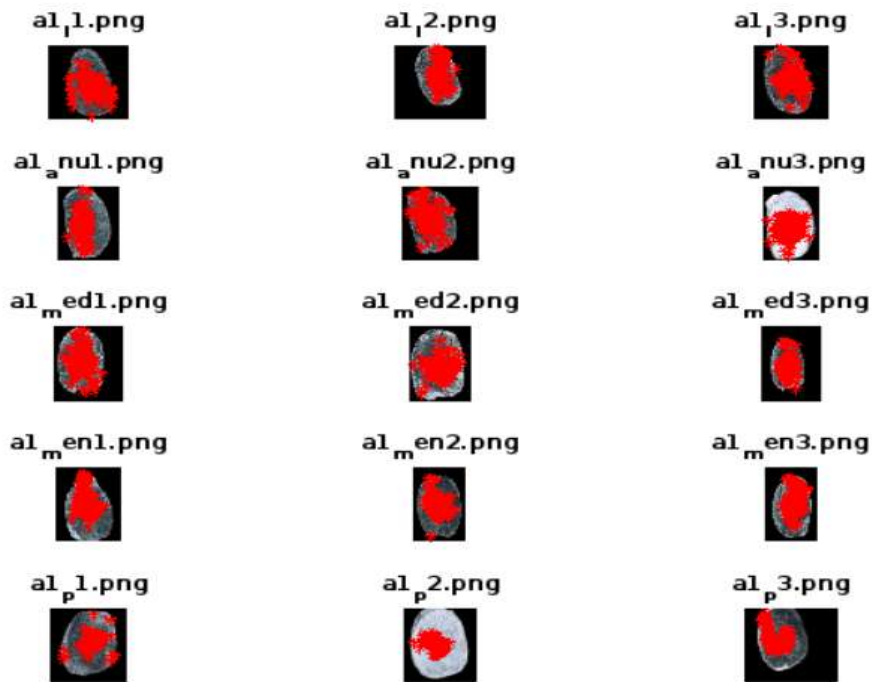


Figura 2. Centroide de las huellas del usuario 1.



Figura 3. Muestra a) el histograma ecualizado de una huella, b) una huella pasada por filtro, c) una huella pasada a un mapa de color.

La Figura 3 muestra tres sub-imágenes que ilustran el proceso de procesamiento de huellas digitales.

La sub-imagen a) presenta el histograma ecualizado de una huella, lo que permite mejorar el contraste y visibilidad de detalles importantes en la imagen. La ecualización de histograma es una técnica que distribuye los niveles de gris de manera uniforme a lo largo del rango de colores, mejorando las características visuales de la huella. La sub-imagen b) muestra una huella digital procesada con el filtro Canny. El filtro Canny es eficiente para resaltar los bordes de la huella digital, permitiendo una mejor identificación de los patrones y detalles, como las crestas y valles de la huella. La sub-imagen c) presenta la huella digital procesada mediante un mapa de color RGB. Al usar un mapa de color RGB, las zonas de mayor interés pueden ser visualmente destacadas, mejorando la identificación de características clave de la huella digital y facilitando el análisis.

5. Datos biométricos de huellas dactilares: caracterización y análisis exploratorio

La base de conocimientos de huellas dactilares está conformada por un conjunto de datos estructurados que permiten el análisis y clasificación de huellas digitales. Cada registro incluye un número de muestra, una etiqueta identificativa y 20 centroides extraídos de las imágenes procesadas. En total, esta base cuenta con aproximadamente 180 registros y 22 columnas de las cuales 20 son características clave que describen su forma, tamaño y estructura. Estas incluyen `area`, `boundingBox`, `centroid`, `convexArea`, `convexHull`, `convexImage`, `eccentricity`, `equivDiameter`, `Extent`, `Extrema`, `FilledArea`, `FilledImage`, `Image`, `MajorAxisLength`, `MinorAxisLength`, `Orientation`, `Perimeter`, `PixelIdxList` y `PixelList`, lo que facilita la representación de patrones biométricos. Esta información será utilizada para generar gráficas que ayuden a identificar tendencias, discontinuidades o valores constantes en los datos, apoyando así el desarrollo de modelos de identificación basados en ciencia de datos. A continuación, se muestran algunos de los centroides extraídos, agrupados por conjuntos de muestras (ver figura 4).

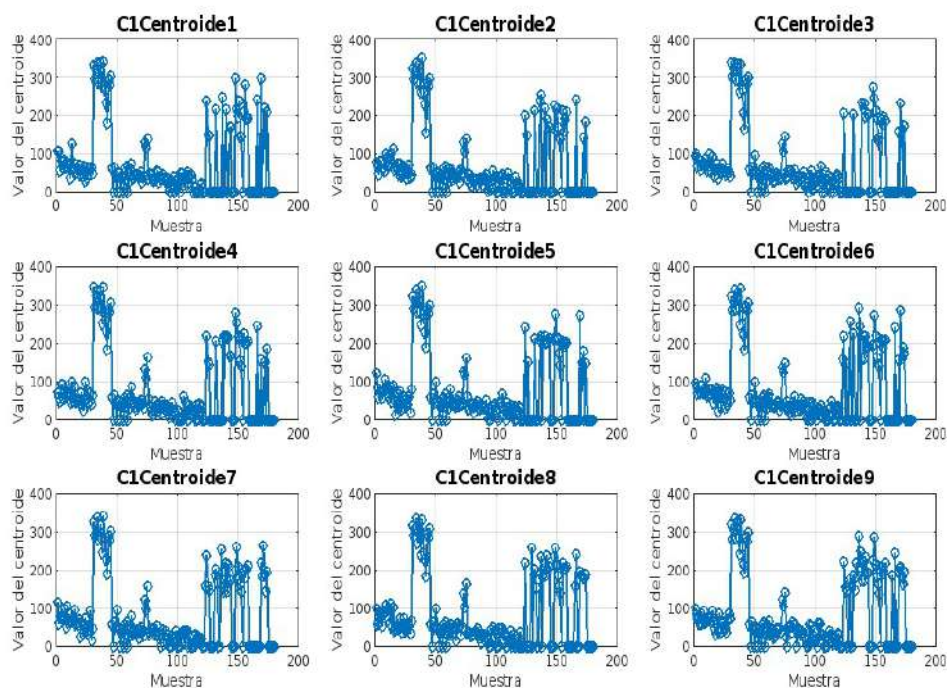


Figura 4. Visualización de los centroides 1 al 9 para un conjunto de muestras.

Las gráficas muestran una serie de centroides asociados a huellas, en estas se observan un patrón repetitivo en la estructura, lo que sugiere un análisis sistemático de características clave en las huellas (Por razones de espacio, no se visualizan más centroides). En cuanto a los valores, no se aprecian quiebres abruptos ni variaciones significativas; más bien, la secuencia parece constante, lo que podría indicar una consistencia en los datos o una metodología de medición uniforme.

6. Conclusión

En nuestro estado del arte, el artículo más relevante empleó FFT y filtros de Gabor, alineado con el enfoque de mejora de imagen y extracción de características, mostrando una metodología similar al trabajo realizado. En este artículo se trabajó con escala de grises para simplificar el análisis, aplicando ecualización de histograma para mejorar el contraste. La visualización clara fue el mayor reto; se sugirió integrar filtros como Canny o Sobel para mejorar la detección de bordes. Se observaron diferencias marcadas entre los centroides C1 y C2, con pa-

trones distintos, lo que permitió su clasificación. Las gráficas mostraron picos y quiebres mínimos que evidenciaron características recurrentes. A futuro, se propuso integrar redes neuronales para mejorar la precisión del reconocimiento y explorar otras biometrías, como iris o voz, en conjunto con las huellas dactilares. Este trabajo sienta las bases para una futura exploración más extensa segmentación de huellas, empleando técnicas como: FFT, filtros de Gabor y DWT.

7. Referencias bibliográficas

1. Aguilar, G., Sánchez, G., Toscano, K., Nakano, M., & Pérez, H. (2008). Reconocimiento de huellas dactilares usando características locales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (46), 101-109.
2. María, R. E., Miguel, M. S., & Yahir, H. M. Una estrategia de segmentación de imágenes digitales de huellas dactilares latentes.
3. Mukkamala, SSK, Mahida, A. y Vishwanadham Mandala, MS (2024). Aprovechamiento de la IA y el Big Data para una mayor seguridad en la autenticación biométrica: Un modelo integral para pagos digitales. *Migration Letters* , 21 (8), 574-590.
4. Riee&c, R., De Ingeniería, Eléctrica, E., & Computación. (2011). Una estrategia de segmentación de imágenes digitales de huellas dactilares latentes A Strategy for Digital Image Segmentation of Latent Fingerprints. 9(1).
5. Pozdeeva, E., Shipunova, O., Popova, N., Evseev, V., Evseeva, L., Romanenko, I. y Mureyko, L. (2021). Evaluación del entorno en línea y las funciones de la huella digital en el análisis de la educación superior. *Ciencias de la educación* , 11 (6), 256.
6. *Digital Image Processing* (3.a ed.). (2008). Pearson Education, Inc. <https://dl.ebooksworld.ir/motoman/Digital.Image.Processing.3rd.Edition.www.EBooksWorld.ir.pdf>



Metodología de análisis de riesgos y vulnerabilidades en dispositivos IoT en cerraduras inteligentes y cámaras IP

Xenia Nazaret Gonzáles Pérez, Everardo Carlos Guevara Hernández, Leticia Flores Pulido, Patrick Hernández Cuamatzi

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N, C.P. 90300, Tlaxcala, México

{20213849, everardocarlos.guevara.h, leticia.flores.p, patrick.hernandez.c}@uatx.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 04 de diciembre de 2025, Aceptado 08 de diciembre de 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen El rápido crecimiento del Internet de las Cosas (IoT) ha impulsado la adopción de dispositivos inteligentes en los hogares, como cámaras IP y cerraduras inteligentes, mejorando la comodidad y automatización. Sin embargo, esta expansión ha incrementado los riesgos de ciberataques debido a configuraciones inseguras, autenticación débil y transmisión de datos sin cifrado. Este estudio analiza vulnerabilidades en la cerradura Tensky TK003 y la cámara IP Wonsdar XM668MP-WIFI mediante un entorno doméstico simulado y herramientas de auditoría como Nmap, Wireshark y Kali Linux. Se identificaron riesgos críticos, incluyendo exposición de puertos, servicios y transmisión de datos sin protección. La metodología desarrollada demostró ser eficaz para evaluar la seguridad de dispositivos IoT domésticos y proporciona un marco replicable para futuras investigaciones en ciberseguridad residencial.

Abstract The rapid expansion of the Internet of Things (IoT) has led to the widespread adoption of smart home devices, including IP cameras and smart locks, offering greater convenience and automation. Yet, this growth has also heightened the risk of cyberattacks stemming from insecure configurations, weak authentication practices, and unencrypted data transmission. In this study, we examined the vulnerabilities of the Tensky TK003 smart lock and the Wonsdar XM668MP-WIFI IP camera using a simulated home environment and auditing tools such as Nmap, Wireshark, and Kali Linux. Key risks—including exposed ports, unprotected services, and unsecured data transmission—were identified. The proposed methodology proved effective in assessing the security of home IoT devices and offers a replicable framework for future research in residential cybersecurity.

Palabras Clave: Internet de las cosas (IoT), ciberseguridad, vulnerabilidades, cerraduras inteligentes, cámaras IP, análisis de riesgo.

Keywords: Internet of things (IoT), cybersecurity, vulnerabilities, Smart locks, IP cameras, risk analysis.

1. Introducción

En los últimos años, el crecimiento acelerado del Internet de las Cosas (IoT) ha impulsado la adopción de dispositivos inteligentes en los hogares, como cámaras IP y cerraduras inteligentes, que prometen comodidad, automatización y seguridad. Sin embargo, esta integración tecnológica también ha incrementado los riesgos de ciberataques, debido a configuraciones inseguras, protocolos débiles, falta de cifrado y desconocimiento por parte de los usuarios. Estas vulnerabilidades no solo comprometen la privacidad y confidencialidad de los datos, sino también la seguridad física de los usuarios, convirtiéndose en una problemática pública que debe ser atendida.

A medida que más dispositivos se conectan a redes domésticas, la superficie de ataque aumenta considerablemente. Informes como los de Kaspersky Lab han evidenciado que, tan solo en la primera mitad de 2018, se detectaron más de 120,000 variantes de malware dirigidas a dispositivos IoT, siendo las cámaras IP uno de los objetivos más frecuentes. (Santhadevi, 2020). Asimismo, el mercado de cerraduras inteligentes ha crecido exponencialmente, alcanzando un valor de 6,330 millones de dólares en 2023, lo que refleja su popularidad y, al mismo tiempo, la urgencia de garantizar su seguridad. (Analytica, 2024)

A pesar de esta expansión tecnológica, en países de América Latina aún no existen medidas normativas y metodologías estandarizadas que permitan evaluar la seguridad de los dispositivos IoT domésticos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar metodologías que permitan identificar y analizar riesgos y vulnerabilidades de forma estructurada, con el fin de proporcionar una base para comprender los posibles puntos críticos de seguridad, orientar investigaciones futuras y fomentar la confianza de los usuarios al utilizar estas tecnologías.

Este trabajo presenta un análisis centrado en cámaras IP y cerraduras inteligentes, dispositivos ampliamente utilizados en hogares mexicanos. Se busca evidenciar las vulnerabilidades técnicas que presentan, así como proponer una metodología que facilite su identificación y evaluación, contribuyendo al fortalecimiento de la ciberseguridad en entornos inteligentes.

2. Trabajos Relacionados

El trabajo de Adrián Segura Gavilán (2019) analiza las

vulnerabilidades de dispositivos IoT en una PYME, enfocado en sensores como Arduino, Raspberry Pi e Intel Galileo. Evalúa plataformas como ThingSpeak, AWS IoT y Google Cloud IoT, y propone un ecosistema seguro para comunicaciones IoT, abordando amenazas como Botnets, DDoS, espionaje y ransomware. (Gavilan, 2019).

El proyecto de García Yagual & Mancheno Poveda (2019) desarrolla un sistema de control de acceso basado en IoT, el cual permite abrir cerraduras inteligentes mediante Wi-Fi, Bluetooth, códigos y huella digital. Utiliza Arduinos, sensores y bases de datos para registrar accesos y enviar alertas al correo del usuario. (García Yagual, 2019). La investigación de Miguel López Naranjo (2022) estudia amenazas en sistemas domóticos. Configura un entorno de hogar inteligente simulado e identifica vulnerabilidades en cámaras IP, routers, focos y dispositivos de voz utilizando herramientas como Nmap, Wireshark y Kali Linux. Como resultado, genera un manual de buenas prácticas de ciberseguridad. (López Naranjo, 2022).

Vecino Daza (2023) propone una metodología para evaluar la ciberseguridad en entornos IoT dentro de la transformación digital, utiliza marcos como OCTAVE y certificaciones como CISM para gestión de riesgos, además de comparar proveedores de servicios IoT y estándares aplicables. (Vecino Daza, 2023).

El estudio de Joselin Pérez Pérez (2021) analiza la seguridad de cerraduras inteligentes por Bluetooth, utiliza herramientas como Wireshark, Sherlock, Nuki y sniffer Bluetooth para realizar ataques controlados. Concluye que la cerradura Nuki presenta mayor seguridad que la Sherlock. (Pérez Pérez, 2021).

3. Metodología y dispositivos analizados

La metodología desarrollada se centra en el análisis de riesgos en dispositivos IoT domésticos específicamente en cerraduras inteligentes y cámaras IP, la metodología se presenta en la Figura 1 siguiendo fases de investigación, pruebas y evaluación. Para la fase práctica, se seleccionaron dos dispositivos basándose en su alta demanda y popularidad en el mercado nacional mexicano.

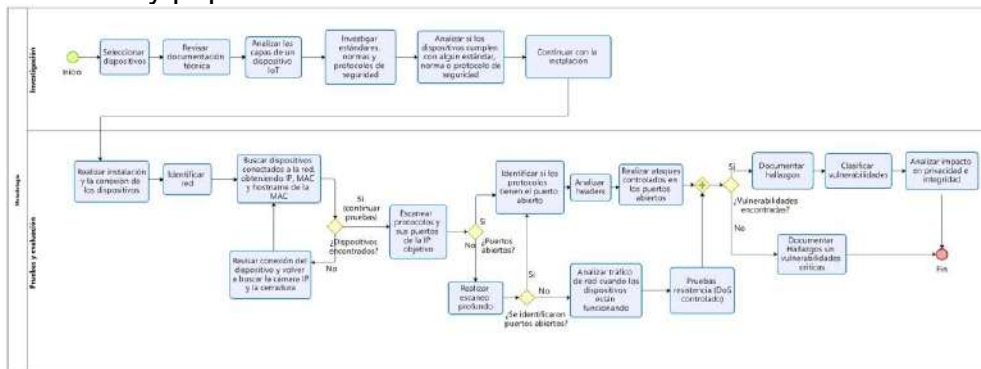


Figura 1 Metodología para el análisis de riesgos y vulnerabilidades

Para ello, se seleccionaron dos equipos de uso común: una

cerradura inteligente Tensky TK003 y una cámara IP Wonsdar XM668MP-WIFI. Ambos dispositivos fueron instalados y configurados mediante sus aplicaciones oficiales, lo que permitió observar su funcionamiento real, sus parámetros predeterminados y la forma en que se integran a la red; simulando el comportamiento habitual de usuarios promedio.

Después de la instalación, se analizó la arquitectura de comunicación de los dispositivos para identificar los protocolos utilizados, entre ellos Wi-Fi, RTSP, TCP/UDP y HTTP/HTTPS. Con herramientas como Nmap y Netdiscover se detectaron direcciones IP, puertos abiertos y servicios activos, lo que facilitó la identificación de posibles accesos vulnerables dentro de la red.

Posteriormente, se capturó y estudió el tráfico de datos con Wireshark para determinar si la información era transmitida de forma cifrada o en texto plano y para detectar comportamiento anómalo o comunicación con servidores externos. Con base en esta información, se ejecutaron pruebas de seguridad controladas, como intentos de acceso no autorizado, fuerza bruta sobre credenciales, análisis de servicios expuestos y simulación de ataques de denegación de servicio.

Finalmente, los hallazgos se evaluaron según su impacto en la confidencialidad, integridad, disponibilidad y seguridad del usuario. A partir de ello se propusieron medidas de mitigación como actualización de firmware, contraseñas seguras, segmentación de red y autenticación adicional. Esta metodología permitió analizar de manera clara y replicable las vulnerabilidades presentes en dispositivos IoT de uso doméstico.

4. Conceptos Básicos

Internet de las Cosas (IoT): Red amplia e interconectada de dispositivos inteligentes capaces de autoorganizarse, intercambiar información y datos entre sí, y responder a los cambios y situaciones del entorno. (Kwala, Kant, & Mishra, 2024).

Cámaras IP: Son dispositivos de vigilancia que se conectan a Internet (habitualmente por Wi-Fi o Ethernet) permitiendo grabar video y audio. Generalmente son accesibles de forma remota a través de aplicaciones móviles. (Vardakis, Hatzivasilis, Koutsaki, & Papadakis, 2024).

Cerraduras inteligentes: Corresponden a sistemas de seguridad para puertas que permiten controlar el acceso. El desbloqueo se puede realizar mediante diversos medios, como aplicaciones móviles, biometría (huella dactilar), códigos numéricos o llaves físicas. (Vardakis, Hatzivasilis, Koutsaki, & Papadakis, 2024)

Ataque DDoS (Denegación de servicio distribuido): Es un tipo de ciberataque que busca sobrecargar un servidor o dispositivo de red con una cantidad masiva de tráfico, interrumpiendo su funcionalidad normal. (Alshamsi, Shaalan, & Butt, 2024)

5. Descripción del Proceso Experimental

El proceso experimental desarrollado en esta investigación tuvo como propósito validar la metodología propuesta para el análisis de riesgos y vulnerabilidades en dispositivos IoT domésticos. Se realizó utilizando el sistema operativo Kali Linux 2024.1, en una red LAN.

Para ello, se seleccionaron dos dispositivos representativos del mercado mexicano por su alta demanda, accesibilidad y relevancia en el ámbito de la seguridad residencial: la cerradura inteligente Tensky TK003 (ver Figura 3) y la cámara IP Wonsdar XM668MP-WIFI (ver Figura 2).



Figura 1 Cámara IP Wonsdar (Wonsdar, 2025)



Figura 2 Cerradura inteligente Tensky (Tensky, 2025)

Cada dispositivo fue sometido a un procedimiento estructurado que incluyó las fases de instalación, configuración, análisis de red y pruebas de seguridad controladas. En la etapa de instalación, se documentaron los pasos técnicos requeridos para su funcionamiento, incluyendo el registro y sincronización con las aplicaciones móviles correspondientes. Posteriormente, en la fase de configuración, se analizaron los parámetros de seguridad por defecto, las opciones de autenticación disponibles y los protocolos de comunicación empleados por cada dispositivo. Para la fase de análisis de red y pruebas de seguridad controladas se emplearon varias herramientas clave para la identificación de vulnerabilidades:

Nmap : Se utilizó para el descubrimiento de dispositivos activos en la red local y para realizar un escaneo exhaustivo de puertos abiertos (TCP/UDP), identificando los servicios y versiones que ejecutan los dispositivos e identificar vulnerabilidades.

Wireshark: Esencial para la captura y análisis del tráfico de red. Permitted interceptar la comunicación entre los dispositivos, las aplicaciones móviles y los servidores en la nube, para verificar el uso de cifrado y los protocolos de comunicación.

Netdiscover : Se usó para escanear la red y detectar dispositivos conectados, identificando sus direcciones IP y MAC, lo que ayudó a asociar las direcciones con los fabricantes.

ffplay (parte de ffmpeg): Se utilizó para intentar la conexión al flujo de video de la cámara IP a través del puerto RTSP.

hping3: Empleado para generar un ataque de Denegación de Servicio (DoS) mediante inundación ICMP (*flood*) contra la cerradura

inteligente con control ético y entorno aislado.

6. Pruebas y resultados

Las pruebas realizadas definidas en la metodología revelaron vulnerabilidades significativas en ambos dispositivos.

Cámara IP Wonsdar: El escaneo con Nmap identificó el puerto 80 (HTTP) y el puerto 554 (RTSP) como abiertos (ver Figura 4). Se confirmó que el puerto RTSP (Real Time Streaming Protocol) permitía el acceso al flujo de video y audio en tiempo real. Utilizando la herramienta `ffplay` (ver Figura 5) y credenciales por defecto (`admin:admin`), fue posible visualizar la cámara desde otro equipo en la red. Esto representa un riesgo Alto para la confidencialidad y privacidad del usuario. Adicionalmente, la interfaz web en el puerto 80 no utiliza HTTPS y carece de *headers* de seguridad esenciales, como X-Frame-Options, lo que la hace vulnerable a ataques de *Clickjacking*.



Figura 3 Resultado de acceso mediante comandos en el puerto RTSP

```
(kali@kali)-[~]
└─$ sudo nmap -sS -p- 192.168.68.100
[sudo] password for kali:
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2025-03-20 13:59 EDT
Nmap scan report for 192.168.68.100
Host is up (0.025s latency).
Not shown: 65530 closed tcp ports (reset)
PORT      STATE SERVICE
80/tcp    open  http
554/tcp   open  rtsp
8899/tcp  open  ospf-lite
23000/tcp open  inovaport1
34567/tcp open  dhanalakshmi
MAC Address: 48:A4:FD:C3:01:F2 (Unknown)

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 70.49 seconds
```

Figura 4 Resultado del escaneo de puertos con Nmap para la cámara IP Wonsdar, mostrando los puertos 80 (HTTP) y 554 (RTSP) en estado abierto.

Cerradura inteligente Tensky: A diferencia de la cámara, el escaneo profundo de puertos de la cerradura Tensky no reveló puertos TCP/UDP comunes abiertos (ver Figura 7). El análisis de tráfico con Wireshark determinó que el dispositivo utiliza una arquitectura cliente-servidor basada en la nube (Tuya Smart). La cerradura inicia conexiones salientes cifradas (probablemente MQTT sobre TLS) hacia los servidores de Tuya, en lugar de aceptar conexiones entrantes. Si bien esta arquitectura es más segura contra escaneos directos, se demostró que la cerradura es vulnerable a un ataque de Denegación de Servicio (DoS) tal como se muestra en la Figura 6. Al ejecutar una inundación de tráfico ICMP (ICMP *flood*), la cerradura se saturó y perdió la comunicación con la aplicación móvil. Durante el ataque, no fue posible operar la cerradura de forma remota y la aplicación no registró ningún intento de acceso, comprometiendo la disponibilidad del dispositivo.

CCLos resultados mostraron que ambos dispositivos presentan vulnerabilidades críticas relacionadas con la exposición de servicios,

autenticación débil y ausencia de cifrado en ciertas comunicaciones. El gráfico presentado en la Figura 8 compara el impacto de los fallos de seguridad en las métricas clave de la ciberseguridad: Confidencialidad, Integridad y Disponibilidad (CIA), además de la Seguridad Física, utilizando una escala de 1 (Bajo Impacto) a 5 (Impacto Extremo).

```

kali@kali:~$ nmap -p 80,443,8080,8043 --script http-enum 192.168.68.123
Starting Nmap 7.94SON ( https://nmap.org ) at 2025-05-16 02:59 EDT
Nmap scan report for 192.168.68.123
Host is up (0.000ms latency).
PORT      STATE SERVICE
80/tcp    closed http
443/tcp   closed https
8080/tcp   closed http-proxy
8043/tcp   closed https-alt
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.11 seconds

kali@kali:~$ nmap --script wsls 192.168.68.123
Starting Nmap 7.94SON ( https://nmap.org ) at 2025-05-16 02:54 EDT
Nmap scan report for 192.168.68.123
Host is up (0.000ms latency).
All 1000 scanned ports on 192.168.68.123 are in ignored states.
Not shown: 3080 closed tcp ports (conn-refused)
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 11.25 seconds
    
```

Figura 6 Resultado del escaneo de puertos con Nmap para la cerradura Tensky, mostrando los en estado cerrado.

```

kali@kali:~$ hping3 --scap --rand-source --flood -d 1500 192.168.68.106
[sudo] password for kali:
HPING 192.168.68.106 (eth0 192.168.68.106): icmp mode set, 28 headers + 1500 data bytes
hping in flood mode, no replies will be shown

^C
--- 192.168.68.106 hping statistic ---
38243656 packets transmitted, 0 packets received, 100% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.0/0.0/0.0 ms
    
```

Figura 5 Resultado del ataque DOS aplicado a la cerradura inteligente, mostrando las peticiones enviadas

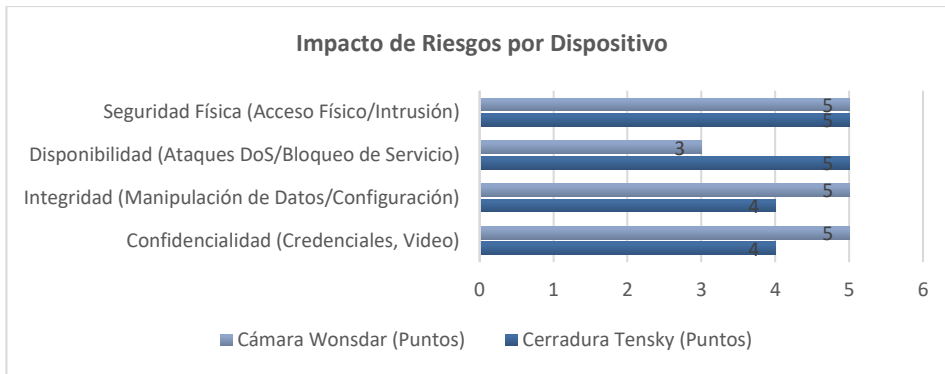


Figura 7 Impacto de riesgos por dispositivo

7. Conclusiones

El análisis realizado evidenció que los dispositivos IoT domésticos, como las cerraduras inteligentes y las cámaras IP, presentan vulnerabilidades significativas derivadas de configuraciones inseguras, mecanismos de autenticación débiles y transmisión de datos sin cifrado, lo que representa riesgos potenciales para los usuarios. Aunque el estudio se centró únicamente en dos dispositivos, se plantea como trabajo futuro ampliar la investigación a una mayor variedad de equipos y considerar su mantenimiento continuo.

La metodología propuesta demostró ser eficaz para identificar y clasificar riesgos en distintas capas del sistema, permitiendo una evaluación integral de la seguridad de los dispositivos analizados.

Se concluye que es indispensable fortalecer los mecanismos de cifrado, autenticación y actualización de firmware, así como fomentar el desarrollo de normativas que regulen la seguridad en el diseño y uso de dispositivos IoT.

Este trabajo proporciona una base técnica sólida para futuras investigaciones orientadas a mejorar la ciberseguridad en entornos domésticos inteligentes.

Referencias

1. Alshamsi, O., Shaalan, K., & Butt, U. (2024). Towards Securing Smart Homes: A Systematic Literature Review of Malware Detection Techniques and Recommended Prevention Approach. *MDPI information* 2024, 15(10), 631. doi:<https://doi.org/10.3390/info15100631>
2. Analytica, A. (2024, septiembre 28). *Smart Lock Market Size, Share, Trends [2033]*, AA0123344. Retrieved from Astute Analytica: <https://www.astuteanalytica.com/industry-report/smart-lock-market>
3. García Yagual, B. M. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de control de acceso para dispositivos IoT en una PyME*. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57584>
4. Gavilan, A. S. (2019). Seguridad en la internet de las cosas: propuesta de implantación segura de un sistema de seguridad con dispositivos IoT en una PYME. Retrieved from <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/bfc3d5a3-8581-428b-839d-c9895ca8e440/content>
5. Kwala, A. K., Kant, S., & Mishra, A. (2024, September 27). Comparative analysis of lattice-based cryptographic schemes for secure IoT communications. *Springer Nature Link*, 4(13). doi:<https://doi.org/10.1007/s43926-024-00069-2>
6. López Naranjo, .. M. (2022). Análisis de amenazas IoT en un sistema doméstico (Masters Thesis Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Retrieved from <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/41660>
7. Pérez Pérez, J. (2021). *Seguridad en cerraduras inteligentes*. Retrieved from <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/25443>
8. Santhadevi, D. (2020). IoT Malware Detection using Machine Learning Ensemble Algorithms. *International Journal of Advance Science and Technology*, 29(10), 8006-8016.
9. Tensky. (2025, febrero 18). *Cerradura Inteligente Tensky Negro WiFi App Tuya Huella Clave Tarjeta Puertas 40-65mm Aleación de aluminio*. Retrieved from Mercado libre: <https://www.mercadolibre.com.mx/cerradura-inteligente-tensky-negro-wifi-app-tuya-huella-clave-tarjeta-puertas-40-65mm-aleacion-de-aluminio/p/MLM44079608?p>
10. Vardakis, G., Hatzivasilis, G., Koutsaki, E., & Papadakis, N. (2024). Review of Smart-Home Security Using the Internet of Things. *MDPI Electronics*, 13(16), 3343. doi: <https://doi.org/10.3390/electronics13163343>
11. Vecino Daza, L. F. (2023). *Propuesta metodológica para una evaluación en ciberseguridad enfocada a dispositivos IoT en un entorno de transformación digital*. Google escolar. Retrieved from http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-2892_VecinoDazaLF.pdf
12. Wonsdar. (2025, Febrero 16). *Cámara de Seguridad Exterior Wonsdar Doble Lente 4K 8MP con Almacenamiento 128GB IP66 WiFi Compatible Alexa*. Retrieved from Mercado libre: <https://www.mercadolibre.com.mx/camara-de-seguridad-exterior-wonsdar-doble-lente-4k-8mp-con-almacenamiento-128gb-ip66-wifi-compatible-alexa/p/MLM43813494>



Aplicación de Realidad Aumentada como herramienta de difusión de pueblos mágicos de Tlaxcala en escuela primaria multigrado

Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi, Diego Flores Zapata

Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N, Apizaco, Tlaxcala
{xochipilli.acoltzi.x, 20213919}@uatx.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 04 de noviembre de 2025, Aceptado 11 de noviembre 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen El presente artículo detalla el desarrollo e implementación de una aplicación de Realidad Aumentada (RA), probada en la escuela primaria multigrado de San Miguel el Piñón en España, Tlaxcala, la cual tiene como objetivo principal la difusión de los tres Pueblos Mágicos de Tlaxcala: Huamantla, Tlaxco e Ixtenco. Para lograr una experiencia inmersiva, se crearon modelados 3D de los atractivos turísticos clave de cada localidad utilizando el software Blender, y la aplicación fue desarrollada con Unity para el sistema operativo Android; tras realizar pruebas de integración y una presentación formal con usuarios, se confirmó que la aplicación alcanzó satisfactoriamente la meta de difundir los pueblos mágicos indicados.

Abstract This article details the development and implementation of an Augmented Reality (AR) application, tested at the San Miguel el Piñón multigrade primary school in España, Tlaxcala, which has as its main objective the promotion of the three Magical Towns of Tlaxcala: Huamantla, Tlaxco, and Ixtenco. To achieve an immersive experience, 3D models of key tourist attractions from each location were created using Blender software, and the application was developed with Unity for the Android operating system; after conducting integration tests and a formal presentation, it was confirmed that the application satisfactorily reached its goal of promoting said magical towns.

Palabras Clave: Pueblos Mágicos, Realidad Aumentada, Tlaxcala, Modelado 3D, Android.

Keywords: Magic Towns, Augmented Reality, Tlaxcala, 3D Modeling,

Android.

1. Introducción

Los pueblos Mágicos de Tlaxcala constituyen un valioso patrimonio cultural que puede ser utilizado como material educativo para reforzar el campo formativo de Ética, Naturaleza y Sociedad. Sin embargo, en escuelas rurales y multigrado, los estudiantes aún muestran poco interés en este contenido, debido principalmente a la falta de materiales didácticos atractivos y al uso limitado de tecnologías educativas.

Para abordar este problema, se propuso una aplicación de Realidad Aumentada (RA) desarrollada con Unity, Vuforia y modelado 3D, para dispositivos móviles con Sistema Operativo Android. Esta herramienta busca ofrecer experiencias interactivas e inmersivas que motiven a los estudiantes, apoyen a docentes y se valoren los Pueblos Mágicos de Tlaxcala.

2. Trabajos Relacionados

En el artículo titulado “Videojuego educativo para niños que están aprendiendo a leer y contar: fomentando el aprecio por el patrimonio natural y cultural de México” se describe un proyecto desarrollado por la Universidad de las Américas Puebla, específicamente en el Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales. En este proyecto estuvieron involucrados estudiantes de Pedagogía, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Animación Digital y Música, para reforzar el aprendizaje de lectoescritura y matemáticas en niños de 5 a 7 años. En este videojuego se planean juegos como memorama, conteo de objetos y juego de relación vocabulario-definición. Para este proyecto se utilizó el patrimonio natural y cultural de México con el fin de desarrollar valores de orgullo, en el cual se utilizarían animales como el tlacoyote, colibrí y conejo teporingo [2].

En el artículo titulado “El ciberturismo como alternativa para la protección de la mariposa monarca” se realiza un recorrido virtual sobre el santuario de la mariposa monarca El Rosarito. El propósito de esta aplicación es fomentar el ecoturismo, y a su vez en este caso motivar a cuidar el lugar de la mariposa monarca. Para el uso de esta aplicación se hace uso de un dispositivo móvil y lentes de Realidad virtual [1].

En el programa “Enciclomedia” se presenta una herramienta educativa innovadora creada por científicos e investigadores mexicanos para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación primaria. Este programa conecta los contenidos de los libros de texto gratuitos con recursos tecnológicos, como audio, video e hipermidia, creando un entorno interactivo y organizado que facilita la exploración de conceptos y temas alineados con el currículo oficial de educación básica [5].

3. Descripción de la Aplicación

El proyecto que se desarrolla consiste en una aplicación de Realidad Aumentada, orientada a la difusión de algunos lugares atractivos turísticos, en este caso los Pueblos Mágicos de Tlaxcala. La aplicación fue desarrollada en el motor gráfico de Unity, además de que se diseñaron modelos representativos de cada localidad en el software Blender.

El modelo de proceso de Ingeniería de Software que se utilizó fue el de cascada, que comprende las etapas:

- **Requisitos:** En esta etapa se establecen los requisitos que debe cumplir la aplicación así mismo, se realizó un estudio de viabilidad en la escuela rural para identificar las oportunidades y limitantes en el desarrollo de la aplicación.
- **Diseño:** Se realiza el diseño de la aplicación, desde los modelados, interfaces e información que se utilizara.
- **Desarrollo:** Se comienza el desarrollo de la aplicación, teniendo en cuenta las limitantes, diseños previos y oportunidades previamente identificadas
- **Pruebas:** Pruebas y corrección de errores.
- **Implementación:** Se presenta la aplicación en la Escuela Primaria multigrado de San Miguel el Piñon, Españita, Tlaxcala

Esta aplicación tiene el propósito de fomentar el interés en los alumnos por el patrimonio de su estado, especialmente de las localidades de Huamantla, Tlaxco e Ixtenco, localidades que actualmente tienen el nombramiento de Pueblo Mágico.

El usuario podrá leer información acerca de las culturas y tradiciones, así como ver algunos de los principales sitios turísticos de la localidad a través de la cámara del dispositivo, escaneando marcadores predeterminados.

Al visualizar los modelos en 3D se podrá escuchar una breve descripción respecto al modelado que se está observando, a la vez que el usuario puede girar el modelado presentado.

4. Conceptos Básicos

Realidad Aumentada: es una tecnología que permite combinar el entorno real con elementos digitales que se proyectan en tiempo real. Mediante dispositivos como teléfonos móviles, es posible visualizar modelos 3D, vídeos, imágenes o información adicional integrada a la escena física, lo que ofrece una experiencia más interactiva y dinámica. [7]

Pueblos Mágicos: es una iniciativa de la Secretaría de Turismo de México, donde se busca reconocer y promover localidades con valor cultural, histórico y natural significativo. Su propósito es destacar sus atractivos turísticos impulsando su desarrollo mediante la difusión de su patrimonio.[8]

Escuela Multigrado: son instituciones donde un docente atiende de manera simultánea a estudiantes de distintos grados en un mismo salón. Este tipo de organización es común en zonas rurales o comunidades pequeñas, donde la cantidad de alumnos es reducida y se requiere adaptar la atención de diversos grupos dentro del mismo espacio.[9]

5. Interfaz de Usuario

En la **Figura 1** se muestra la interfaz principal, la cual dará acceso presionando el botón de “Iniciar aplicación”, la intención fue resaltar mediante imágenes alguno de los principales atractivos de cada Pueblo Mágico.

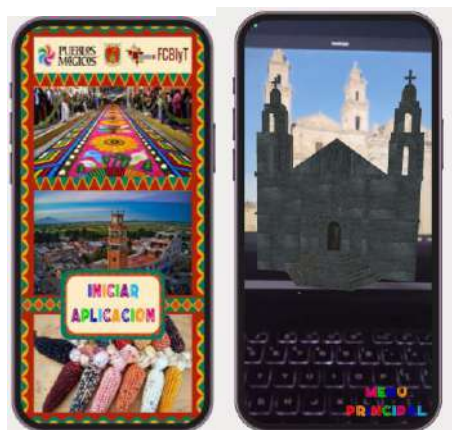


Figura 1 Interfaz de bienvenida e implementación de capilla de Lourdes

En la **Figura 2** se presenta la interfaz de inicio donde se muestra información general sobre los pueblos mágicos de Tlaxcala, teniendo la opción de abrir el menú para explorarlo.



Figura 2 Interfaz de inicio

En la **Figura 2** se muestra el menú lateral el cual contiene el listado de los Pueblos Mágicos de Tlaxcala y para explorar el contenido se necesita hacer click en el nombre del pueblo.

Al hacer click en el nombre se despliegan las opciones disponibles, las cuales son *ver información* o *!!ver en el mundo real!!* (ver **Figura 2**).

Al dar clic en *ver información* se muestra contenido adicional sobre el pueblo previamente seleccionado, la cual incluye información como cultura, tradiciones y lugares de interés, la cual cambiará dependiendo del pueblo mágico que se elija (ver **Figura 3**).



Figura 3 Interfaz de información

En la **Figura 1** se observa la implementación del modelo en 3D de la Capilla de Lourdes, el cual se mostrará cuando el usuario haya escaneado el marcador con la cámara. El modelo podrá girar cuando el usuario deslice el dedo horizontalmente, hacia la izquierda o derecha. Esta misma acción podrá replicarse para todos los modelados en 3D

6. Resultados y Pruebas

Como parte de la implementación de este proyecto se llevó a cabo la presentación de la aplicación en la Escuela Primaria “Lazaro Cardenas” de San Miguel el Piñon, Españita, Tlaxcala.

En la **Figura 5** se observa la presentación de la aplicación con los alumnos en el salón de clase.

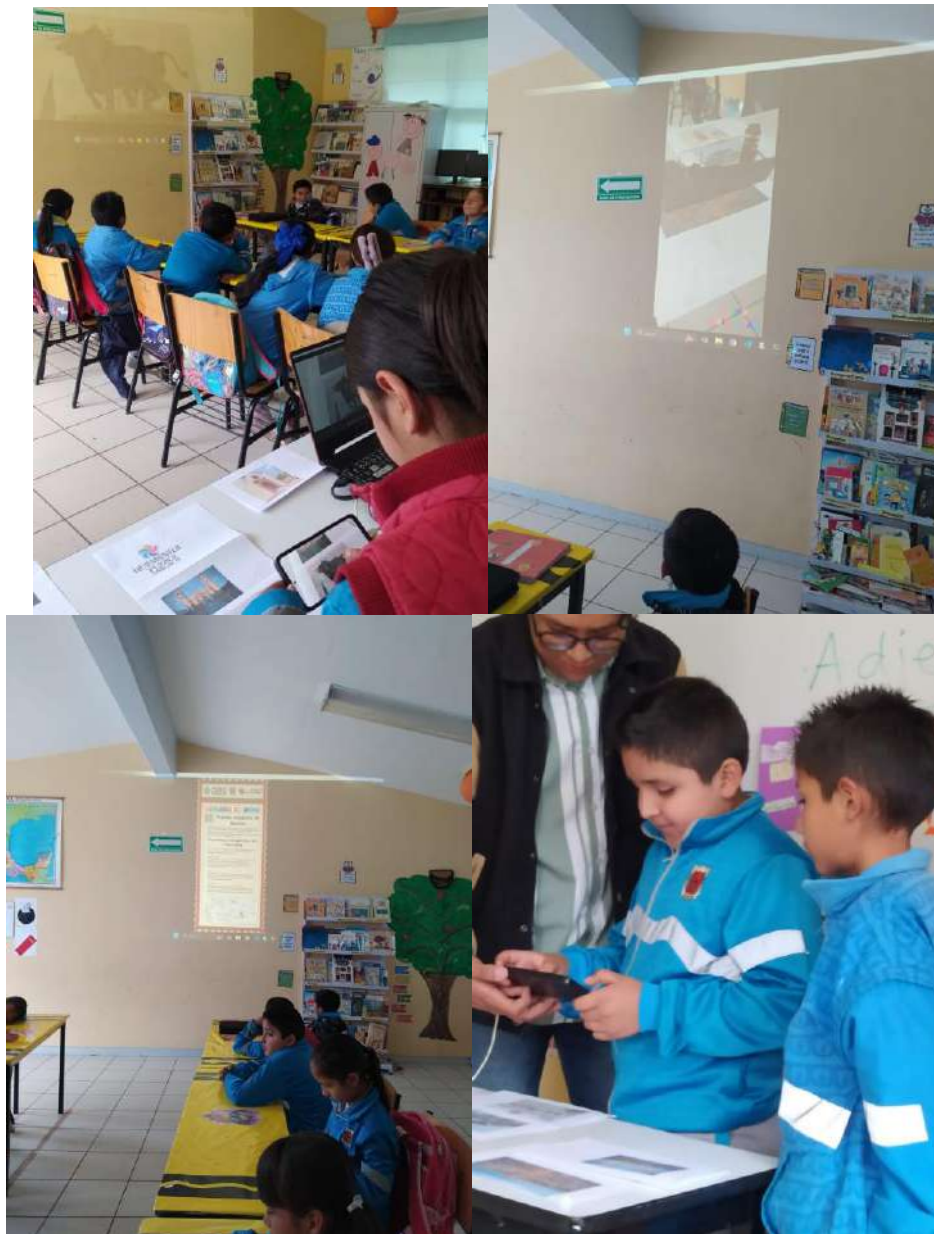


Figura 5 Presentación a los estudiantes

Posterior a la actividad, se realizó una encuesta de satisfacción con el propósito de conocer si se cumplió con el objetivo de este proyecto, así como conocer su opinión sobre la aplicación y el interés generado con la misma.

La encuesta incluyó las siguientes preguntas:

- ¿Te gustó usar la aplicación de Realidad Aumentada?
- ¿Descubriste algo nuevo sobre los Pueblos Mágicos de Tlaxcala?
- ¿Fue fácil usar la aplicación?
- ¿Te gustaron las imágenes y figuras en 3D?

- ¿Te gustaría volver a usar esta aplicación en tus clases?
- ¿Te gustaría conocer más Pueblos Mágicos como los que viste en la aplicación?

En la **Figura 6**, correspondiente a la pregunta “¿Descubriste algo nuevo sobre los Pueblos Mágicos de Tlaxcala?”, se observa que el 75% de los alumnos respondieron afirmativamente, lo que indica que la aplicación logró cumplir con uno de sus principales propósitos: brindar información que no conocían sobre los Pueblos Mágicos del estado. Un 16.7% mencionó haber aprendido “un poco”, mientras que sólo un 8.3% señaló no haber descubierto nada nuevo.

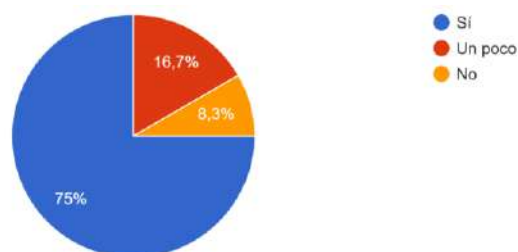


Figura 6 ¿Descubriste algo nuevo sobre los Pueblos Mágicos de Tlaxcala?

7. Conclusiones

El desarrollo de la aplicación con Realidad Aumentada centrada en la difusión de los Pueblos Mágicos del estado de Tlaxcala permitió alcanzar con éxito el objetivo general planteado: crear una herramienta digital innovadora que divulgue la cultura y el conocimiento del patrimonio local mediante el uso de tecnologías emergentes.

El 83.3% de los estudiantes manifestaron que les gustó usar la aplicación, y más del 75% indicaron que descubrieron información nueva sobre los Pueblos Mágicos, lo que evidencia que la herramienta cumplió con su función principal de difundir de manera dinámica el patrimonio cultural del estado.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que el proyecto logró su propósito de difundir la cultura tlaxcalteca mediante la integración de tecnología, diseño y contenido cultural, contribuyendo a la preservación del patrimonio y al fortalecimiento del sentido de identidad entre los usuarios. Además, el trabajo desarrollado evidencia el potencial de la Realidad Aumentada como medio para promover la cultura local y como un puente entre la tecnología y la tradición.

Referencias

1. Cruz Flores, R. G., Martínez Reyes, M., Olmos Peña, S., Cisneros Rasgado, J. C., Bustamante Almaraz, A., González Corona, N. L., ... & Mendoza Pérez, M. A. *Aportaciones al diseño de actividades educativas con realidad aumentada*.
2. Guzman, M. R. T. (2023). *Videojuego educativo para niños que están aprendiendo a leer y contar: fomentando el aprecio por el patrimonio natural y cultural de México*.
3. Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. M. (2017). *Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje*. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa.
4. Yañez, A. L. C., Pérez, M. A. M., & Martín, A. S. (2023). *Realidad aumentada en apoyo al aprendizaje de la geometría a nivel preescolar*. RILCO DS: Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación, 5(44), 1-11.
5. (n.d.). *Gob.mx*. Retrieved December 2, 2024, from <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/2959/4/images/LB%20Enciclomedia.pdf>
6. Centro de Estudios Educativos. (s. f.). Un vistazo a Enciclomedia. from https://cee.edu.mx/NuestrasPublicaciones/25_Un_Vistazo_a_Enciclomedia/Un_Vistazo_a_Enciclomedia.pdf
7. Barroso-Osuna, Julio, Cabero-Almenara, Julio, & Gutiérrez-Castillo, Juan-Jesús. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios. Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(79), 1261-1283. Recuperado en 02 de diciembre de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662018000401261&lng=es&tlng=es.
8. SECTUR (Secretaría de Turismo). (2014). *Guía de incorporación y permanencia al Programa Pueblos Mágicos*. México: Gobierno Federal.
9. (2019). La educación obligatoria en México. Informe 2019. *Perfiles educativos*, 41(164), 188-199. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.164.5938>



Universal RA: Planetario con realidad aumentada

Armando Lara Romero, Marva Angélica Mora Lumbreras, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi

Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, C.P. 90401, Apizaco,
20213860@uatx.mx, marvaangelica.moral@uatx.mx, xochipilli.acoltzi.x@uatx.mx
<http://ingenieria.uatx.mx/>.

*Recibido 04 de noviembre de 2025, Aceptado 11 de noviembre 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen La enseñanza de la astronomía en los alumnos de primaria en la educación mexicana se enseña con libros de ciencias, y las herramientas inmersivas como los planetarios se conocen con visitas. “Universal RA” es una aplicación que usa la tecnología emergente de la realidad aumentada para dispositivos móviles enfocado en la enseñanza de temas de astronomía. Para el proyecto se usó la metodología de desarrollo para ambientes de realidad aumentada, para el desarrollo se usaron herramientas como Blender para modelos 3D, Unity como motor de desarrollo y Vuforia para el reconocimiento de marcadores. Se crearon 6 secciones, las cuales fueron planetas, sistema solar, el sol, la luna, la vía láctea y los asteroides. La aplicación fue probada y validada por 30 estudiantes de primaria, donde el 93% la consideró fácil de usar y que el 100% quisiera que este tipo de app se use en las instituciones educativas. El prototipo “UniversalRA” demostró ser una herramienta para el aprendizaje funcional, siendo inmersiva y con potencial para completar la educación tradicional.

Abstract The teaching of astronomy to primary school students in Mexican education is done with science books, and immersive tools like planetariums are known through field trips. “Universal RA” is an application that uses emerging augmented reality technology for mobile devices, focused on teaching astronomy topics. The project followed a development methodology tailored for augmented reality environments, using tools such as Blender for 3D modeling, Unity as the development engine, and Vuforia

for marker recognition. Six sections were created: planets, solar system, the sun, the moon, the Milky Way, and asteroids. The application was tested and validated by 30 primary school students, with 93% finding it easy to use and 100% expressing interest in having this type of app used in educational institutions. The “UniversalRA” prototype proved to be a functional learning tool, offering an immersive experience with the potential to complement traditional education.

Palabras Clave: Realidad aumentada, Astronomía, Educación, Planetario, Dispositivos móviles.

Keywords: Augmented Reality, Astronomy, Education, Planetarium, Mobile devices.

1. Introducción

En la actualidad han aparecido nuevas tecnologías que pueden servir para el entretenimiento o educación, como son la Realidad Aumentada (RA) o la Realidad Virtual (RV). En este caso se presenta la aplicación móvil “UniversalRA”, que utiliza RA, y es una herramienta para la enseñanza de la astronomía, con experiencia inmersiva y educativa, para los niños de primaria, como un apoyo a la educación tradicional.

2. Trabajos Relacionados

Se muestran a continuación los trabajos que están relacionados con el uso de la tecnología de la realidad aumentada para la enseñanza de la astronomía.

EstelAR: Es una plataforma para la enseñanza de astronomía utilizando realidad aumentada. Es otro proyecto que proporciona un entorno interactivo y atractivo para que los estudiantes puedan aprender de la astronomía usando marcadores con la cámara del celular sin marcadores físicos, se diseñó para la visualización de fenómenos astronómicos como constelación, cuerpos celestes, información de estrellas, etcétera [1].

Estelar Maker: Es una aplicación parecida a la anterior que usa la tecnología de realidad aumentada con marcadores, para la visualización de modelos 3D de planetas y de otros cuerpos celestes, explicando los fenómenos astronómicos con actividades, con el objetivo de apoyar a los docentes [1].

Orbit A.R.: Es una aplicación para ver el cosmos a través de la Realidad Aumentada. Es un proyecto dirigido a niños con el objetivo de que aprendan más sobre el sistema solar, permitiendo que los objetos sean vistos en 3D para que se puedan apreciar los detalles de cada componente del sistema solar, para su funcionamiento se usan marcadores usando imágenes como cartas en las cuales se define el elemento que será proyectado [2].

Development of Learning Solar System Augmented Reality for Elementary School: Esta es una aplicación que no tiene nombre específico, pero tiene el objetivo principal de enseñar el tema del sistema solar en alumnos de primaria, usando marcadores para la visualización de los modelos en 3D [3].

Solar System World: fue desarrollada para la enseñanza del sistema solar y los componentes para estudiantes de cuarto grado de primaria, la aplicación no solo muestra el modelo 3D del sistema solar, sino que también la aplicación tiene cuestionarios y juegos interactivos [4].

3. Descripción de la aplicación

Universal RA es una aplicación para dispositivos móviles que usa la realidad aumentada, con el objetivo de ser una herramienta educativa e interactiva para la enseñanza de la astronomía, dirigido principalmente a alumnos de educación primaria.

Esta aplicación se organiza en seis módulos de contenido interactivo, cada uno enfocado en un componente astronómico específico:

- **Módulo de Planetas:** Presenta los modelos 3D individuales de los ocho planetas del sistema solar. La interacción en este módulo es directa, seleccionando cada planeta desde un submenú para su visualización, sin requerir un marcador físico.
- **Módulo del Sistema Solar:** Ofrece una visualización del sistema solar en su conjunto mediante realidad aumentada, activada por un marcador. Muestra el movimiento de los planetas alrededor del Sol.
- **Módulo de la Vía Láctea:** Permite a los usuarios observar un modelo a escala de nuestra galaxia para comprender su estructura.

- Módulo del Sol: Se enfoca en el Sol, mostrando un modelo 3D detallado con animaciones de su actividad superficial.
- Módulo de la Luna: Explora el satélite natural de la Tierra, mostrando su modelo 3D y su movimiento orbital.
- Módulo de Asteroides: Examina un modelo 3D de un asteroide para explicar su composición y naturaleza.

La forma en la que la interacción se realiza es a través de la cámara del dispositivo móvil, en donde se captura uno a uno los distintos marcadores, y una vez que se reconoce se activa y se superpone el modelo 3D correspondiente en el entorno real de usuario.

4. Conceptos Básicos

Realidad Aumentada: es una tecnología que permite superponer información digital como imágenes, texto o modelos 3D sobre el mundo físico a través de un dispositivo, ya sea por el teléfono o lentes de realidad aumentada, la realidad aumentada se destaca por generar experiencias interactivas e inmersivas para el usuario [5].

Planetario: es un lugar diseñado específicamente para la presentación de espectáculos astronómicos. Se describe como un instrumento mecánico en el que la óptica, la mecánica y la electrónica se integran para generar una simulación auténtica del espacio [6].

5. Aplicación UniversalRA

A continuación, se presentan las interfaces de usuario y su funcionalidad.

La aplicación inicia con un menú principal que reúne los módulos temáticos: los Planetas, el Sistema Solar, la Vía Láctea, el Sol, la Luna y los Asteroides. El usuario sólo debe seleccionar el módulo de su interés para acceder a la interfaz correspondiente (ver Figura 1).



Figura 1. Interfaz del menú principal

Al elegir el módulo de planetas, se despliega un menú secundario con todos los planetas disponibles (ver Figura 2). Cada selección abre una interfaz con un modelo 3D interactivo y su información en formato de audio y texto.



Figura 2. Interfaz del menú secundario de los planetas

En la Figura 3 se presenta una visualización de uno o varios planetas, mostrando sus modelos tridimensionales junto con información en audio y texto. Además, se incluye la opción de regresar al menú

principal para facilitar la navegación.



Figura 3. Visualización del módulo de planetas

Finalmente, en la Figura 4 se muestra la ejecución de los módulos en Realidad Aumentada. Para ello, se requiere un marcador físico que activa la proyección del modelo 3D respectivo, acompañado de información en audio y texto, ofreciendo una experiencia inmersiva y educativa.



Figura 4. Ejecución del módulo de realidad aumentada

6. Pruebas y Resultados

Para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación se realizaron pruebas de integración de los módulos: modelos 3D, audios,

animaciones y texto, para que puedan funcionar juntos sin causar problemas en cada uso. Además, se realizaron pruebas del sistema para comprobar que cada requerimiento funcional, como el menú principal o la visualización con marcadores, se cumpliera correctamente.

Para la validación de la aplicación se realizaron pruebas con una muestra de 30 estudiantes de primaria, en donde se aplicó una encuesta de satisfacción y una encuesta de evaluación para medir el aprendizaje adquirido.

Los resultados fueron los siguientes:

- El 93% de los estudiantes consideró que la aplicación es fácil de usar.
- El 100% de los participantes se sintió cómodo navegando la aplicación y recomienda su uso.
- Hubo una aceptación del 100% con la experiencia y estuvieron a favor de su uso en instituciones educativas.

Con respecto al aprendizaje adquirido, se demostró que la aplicación es una herramienta de aprendizaje eficaz, ya que la mayoría de los estudiantes respondieron correctamente a las preguntas sobre los conceptos astronómicos con el prototipo.

7. Conclusiones

Este trabajo presentó el desarrollo y validación de "UniversalRA", una aplicación de Realidad Aumentada diseñada para abordar las limitaciones en la enseñanza de la astronomía en la educación primaria de México. Se realizó la validación con 30 estudiantes, demostrando que el 93% la consideraron fácil de usar y una aceptación total del 100%, confirmando que el prototipo es una herramienta educativa eficaz y atractiva.

La principal contribución de este proyecto es la creación de un recurso didáctico funcional y accesible que utiliza tecnologías emergentes para reducir la brecha educativa. "UniversalRA" es una herramienta interactiva que transforma el aprendizaje pasivo en una exploración activa, demostrando el potencial de la Realidad Aumentada para incrementar el interés científico en los estudiantes.

Referencias

1. Guerrero Gallardo, A. (2022). EstelAR: Una plataforma para la enseñanza de astronomía utilizando realidad aumentada.
2. Ferreira, R. E., Júnior, R., da Silveira Siedler, M., & Cardoso, R. C. (2022). Orbit AR: Olhando para o cosmos a través da Realidade Aumentada.
3. Mattola, A. R., Andrea, R., & Rachmadani, B. (2021). The Development of Learning Solar System Augmented Reality for Elementary School. *Tepian*, 2(1), 17-26.
4. Koh, K. H., & Shaubari, E. F. A. (2021). Augmented Reality (AR) Solar System Learning Application. *Applied Information Technology And Computer Science*, 2(2), 541-556.2. Generación 2008, PE Computación H.; *Colección de Rostros (UATFIL); Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala; Tlaxcala, México, Mayo, 2008.*
5. Bello, C. R. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 257-261.
6. Delgado-Serrano, R., & Chacón, M. Eco-planetario: Un Planetario Astronómico Educativo Multienergético.



Realidad aumentada para efectos de enfermedades venéreas “Visión Segura”

José Luis Mellado Vela, Marva Angélica Mora Lumbreras

Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito
No, C.P 90401, Apizaco, Tlaxcala
20213855@uatx.mx, marvaangelica.moral@uatx.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 05 de noviembre de 2025, Aceptado 14 de noviembre de 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen El presente artículo presenta el desarrollo de un prototipo educativo en realidad aumentada (RA) “Visión Segura” que permita visualizar la propagación y los efectos de enfermedades venéreas en el cuerpo humano, específicamente VIH, gonorrea y hepatitis. Este prototipo surge ante la necesidad de mejorar los métodos tradicionales, donde los textos e imágenes bidimensionales no siempre logran representar con claridad los procesos biológicos ni despertar suficiente interés en los estudiantes. La RA se plantea como una solución innovadora que combina elementos virtuales con el entorno real, favoreciendo el aprendizaje visual, interactivo e inmersivo. El sistema fue diseñado e implementado utilizando el motor Unity y el software Blender para el modelado tridimensional de las enfermedades. Los usuarios pueden interactuar con modelos 3D, acceder a información médica validada y visualizar videos educativos, ya sea mediante marcadores (image targets) o a través de un menú interactivo dentro de la aplicación

Abstract This article presents the development of an educational prototype in augmented reality (AR) “Visión Segura” that allows visualizing the spread and effects of venereal diseases in the human body, specifically HIV, gonorrhea and hepatitis. This prototype arises from the need to improve traditional teaching methods, where two-dimensional texts and images do not always manage to clearly represent biological processes or arouse sufficient interest in students. AR is proposed as an innovative solution that combines virtual elements with the real environment, promoting visual, interactive and immersive learning. The system was designed and implemented using the Unity engine and Blender software for

three-dimensional modeling of diseases. Users can interact with 3D models, access validated medical information and view educational videos, either through markers (image targets) or through an interactive menu within the application.

Palabras Clave: Realidad aumentada, Enfermedades venéreas, Dispositivo móvil, Unity, Medicina.

Keywords: Augmented Reality, Venereal Diseases, Mobile Device, Unity, Medicine.

1. Introducción

“La enseñanza tradicional de las enfermedades venéreas suele basarse en textos y modelos bidimensionales que no reflejan adecuadamente la complejidad biológica de los agentes patógenos” [1, 2, 3], lo que limita la comprensión e interés de los estudiantes. Estas enfermedades representan un problema de salud pública que afecta principalmente a la población joven, y cuya falta de conocimiento sobre propagación y consecuencias sigue siendo un desafío educativo.

En este contexto, la realidad aumentada (RA) surge como una herramienta innovadora que permite integrar elementos virtuales e interactivos en entornos reales. El presente proyecto desarrolla un prototipo educativo en RA para visualizar la propagación y efectos del VIH, la gonorrea y la hepatitis, ofreciendo una experiencia interactiva con modelos 3D e información validada que facilita la comprensión de sus mecanismos y la importancia de la prevención.

2. Trabajos Relacionados

Se mostrarán los trabajos que están relacionados con el uso de la tecnología de la realidad aumentada, para la enseñanza de las enfermedades venéreas.

InCell VR: Es una aplicación educativa diseñada para enseñar biología celular mediante una experiencia interactiva de realidad virtual. La aplicación permite a los usuarios explorar procesos como la división celular, la genética y otras funciones celulares a través de un entorno de aprendizaje inmersivo. La aplicación fue desarrollada para ayudar a los estudiantes a entender las estructuras y funciones celulares, permitiéndoles interactuar visualmente con estos procesos

biológicos mediante una experiencia ramificada [2].

CellVerse: Es una aplicación orientada a la educación que utiliza entorno de Realidad Virtual, esto lo hace con el fin de poder ayudar a los estudiantes a comprender sobre la biología celular de una manera interactiva y envolvente. Ya que fue diseñada para facilitar el aprendizaje sobre la biología celular, lo que permite a los estudiantes explorar el interior de las células y comprender mejor las funciones de los organelos y las estructuras celulares [3].

HoloAnatomy: Es una aplicación que utiliza realidad aumentada o mixta para enseñar anatomía humana, permitiendo a los usuarios visualizar y explorar el cuerpo humano en 3D. Este tipo de aplicaciones está diseñado principalmente para los estudiantes de medicina, médicos y otros profesionales enfocados a la salud donde se requiere un entendimiento detallado de la anatomía humana [4].

3. Descripción de la Aplicación

“Visión Segura” es una aplicación diseñada para smartphones desarrollada en Unity. El sistema está estructurado en dos principales módulos:

Ver con marcador: Permite usar targets para poder leer información acerca de la enfermedad venérea, escuchar audio narrativo y ver el modelo 3d de la enfermedad escaneada.

Así como la sección **Ver Enfermedades Venéreas**, ya sea: VIH, Hepatitis y Gonorrea, en cada enfermedad estará un video explicativo que expande la información de la enfermedad, más información y modelos 3d interactivos

La interactividad de los modelos 3d de las enfermedades se basan en gestos con las manos, permitiendo poder rotarlos, alejarlos y acercarlos para ver sus componentes de la enfermedad.

4. Conceptos Básico

Realidad Aumentada (RA): Se define como una tecnología que combina elementos virtuales con el entorno real, permitiendo al usuario interactuar simultáneamente con ambos mediante un dispositivo móvil o cámara [5].

Motor Gráfico (Unity): Es una plataforma de desarrollo ampliamente utilizada para crear aplicaciones interactivas en 2D y 3D. Unity proporciona un entorno de desarrollo integrado con herramientas para renderizado gráfico, simulación física, programación de interacciones y manejo de escenas [6].

Modelos 3D: Es el proceso de crear representaciones digitales tridimensionales de objetos u organismos mediante software especializado [7].

5. Interfaz de Usuario

A continuación, se presenta las interfaces de la aplicación de “Visión Segura” y su funcionalidad.

En la Figura 1, se presenta el menú principal del proyecto, donde actúa como punto de partida para la navegación dentro de la aplicación, permitiendo al usuario poder escoger entre 3 opciones, Ver con marcador, Enfermedades Venéreas y Salir.



Figura 1 Menú Principal

En la Figura 2 se muestra el apartado cuando el usuario escoge la opción de Ver con marcador, donde este apartado lo lleva a la experiencia de Realidad Aumentada (RA) donde a través de targets podrá escanearlos y ver información acerca de la enfermedad

venérea escaneada, donde se reproducirá un audio junto con su información para saber un extra de la enfermedad escaneada



Figura 2 Ver con marcador (VIH)

En la Figura 3 se muestra el menú que aparece cuando entramos desde el Menú Principal y escogemos las Enfermedades Venéreas, la aplicación despliega un menú con las enfermedades disponibles para explorar: **VIH**, **Hepatitis** y **Gonorrea**. Cada una de estas opciones permite al usuario acceder a información detallada, modelos 3D y recursos multimedia sobre la enfermedad seleccionada



Figura 3 Enfermedades Venéreas

Al seleccionar una enfermedad del menú, como el VIH, la aplicación dirige al usuario al apartado de Información, donde se muestra una descripción detallada y educativa con síntomas y datos curiosos. La

interfaz permite navegar fácilmente entre secciones relacionadas, facilitando una experiencia fluida como en la Figura 4.



Figura 4 Información de Enfermedad (VIH)

En la sección informativa, el usuario puede visualizar y manipular el modelo 3D de la enfermedad seleccionada, rotándolo, acercándolo o alejándolo mediante gestos táctiles. Esta interacción inmersiva favorece la comprensión visual y el aprendizaje como se muestra en la figura 5.

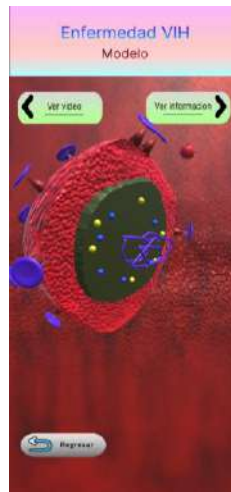


Figura 5 Modelo 3D de enfermedad (VIH)

El usuario puede acceder a la sección de Videos para visualizar un material audiovisual relacionado con la enfermedad seleccionada. Este recurso complementa la información y los modelos 3D, ofreciendo datos adicionales de forma dinámica y favoreciendo la comprensión y sensibilización del usuario como se muestra en la figura 6 [8].



Figura 6 Video Informativo acerca del VIH

6. Resultados y Pruebas

Para comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación se realizaron pruebas de integración, verificando que los modelos 3D, audios, animaciones y textos operaran en conjunto sin inconvenientes. Asimismo, se aplicaron pruebas del sistema para confirmar el cumplimiento de los requerimientos funcionales, como el menú principal y la visualización mediante marcadores.

La validación del prototipo se llevó a cabo con una muestra de 32 adultos pertenecientes a diversas instituciones educativas —entre ellas la UATx, la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, y la Universidad Popular del Estado de Tlaxcala—, además de participantes externos. Se aplicaron dos instrumentos: una encuesta de satisfacción y una encuesta de evaluación para medir el aprendizaje adquirido. Los resultados obtenidos en las preguntas relacionadas con el diseño, la usabilidad y la recomendación de la aplicación muestran una aceptación ampliamente positiva por parte de los usuarios.

Para el enfoque de evaluación se realizaron 10 preguntas con 2 rondas, una antes de usar la aplicación y otra después de usarla. En la primera ronda de preguntas, realizada antes de utilizar la aplicación, los participantes obtuvieron un promedio de 4.94/10 puntos. En la segunda ronda, posterior al uso de la aplicación, se evidenció una mejora significativa: el promedio aumentó a 7.94/10 puntos.

Los resultados evidencian que el uso de la aplicación tuvo un impacto positivo en el desempeño, mejorando tanto el promedio general como la mediana de aciertos.

7. Conclusiones

El desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada Visión Segura permitió alcanzar los objetivos técnicos y funcionales propuestos, consolidándose como una herramienta interactiva eficaz para la educación y concientización en salud sexual. La validación del prototipo evidenció su facilidad de uso, valor educativo y aceptación positiva por parte de los usuarios.

La principal contribución del proyecto radica en ofrecer un recurso didáctico innovador que transforma el aprendizaje tradicional en una experiencia inmersiva y dinámica, aprovechando el potencial de la realidad aumentada para la prevención de enfermedades venéreas.

Referencias

1. Korbey, H. (2017, 14 julio). *Will virtual reality drive deeper learning?* Edutopia. <https://www.edutopia.org/article/virtual-reality-drive-deeper-learning-holly-korbey>
2. nasharuddin, n. a., khalid, n., & hussin, m. (2021). *incell vr: a virtual reality-based application on human cell division for mobile learning. international journal of interactive mobile technologies (ijim)*, 15(2), 55. <https://doi.org/10.3991/ijim.v15i02.18049>
3. thompson, m. m., wang, a., roy, p., & perry, j. (2018). *augusts) designing cellverse - a vr game for learning biology. researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/344797488_augusts_designing_cellverse_-_a_vr_game_for_learning_biology
4. *why holoanatomy® software suite? | holoanatomy® software suite | case western reserve university. (2023, 17 abril). holoanatomy® software suite | case western reserve university*. <https://case.edu/holoanatomy/why-holoanatomyr>
5. muñoz, l. c., & rigondeaux, y. f. (2020). *la realidad aumentada en el enfrentamiento a la covid-19. dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590355>
6. thompson, m. m., wang, a., roy, d., & klopfers, e. (2018). *authenticity, interactivity, and collaboration in vr learning games. frontiers in robotics and ai*, 5. <https://doi.org/10.3389/frobot.2018.00133>
7. lópez-gamboa, m. v., córdoba, g., & córdoba, c. (2019). *realidad aumentada por medio de hp reveal en la enseñanza de la física a nivel de educación secundaria*. <https://www.aacademica.org/marco.lopez/13>
8. *nucleus health videos - español. (2020a, mayo 27). vih y sida [vídeo]. youtube*. https://www.youtube.com/watch?v=2f3Jsp9b_G0



BiodiversityVRTLX: Un Museo Virtual para la Difusión de la Biodiversidad de Tlaxcala

Fernando Cruz Del Valle, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Carretera Apizaquito S/N, San Luis Apizaquito, C.P. 90401, Apizaco, Tlaxcala.
fernandocruzdelvalle2003 @gmail.com, marvaangelica.moral@uatx.mx
<http://ingenieria.uatx.mx/>

*Recibido 05 de noviembre de 2025, Aceptado 14 de noviembre de 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen Este artículo presenta el desarrollo de "BiodiversityVRTLX", un museo virtual enfocado en la biodiversidad del estado de Tlaxcala. El sistema fue desarrollado en el motor gráfico Unity y utiliza modelos tridimensionales creados en Blender para representar la flora, fauna y ecosistemas más representativos de la región. El propósito es ofrecer una herramienta educativa e inmersiva para estudiantes de nivel básico, que permita superar la falta de acceso a experiencias realistas sobre el entorno ecológico local. BiodiversityVRTLX fue evaluado mediante pruebas de usabilidad y encuestas de satisfacción, demostrando una alta aceptación y viabilidad como herramienta de aprendizaje interactivo.

Abstract This article presents the development of "BiodiversityVRTLX," a virtual museum focused on the biodiversity of the state of Tlaxcala. The system was developed in the Unity game engine and uses three-dimensional models created in Blender to represent the most representative flora, fauna, and ecosystems of the region. The goal is to offer an immersive educational tool for elementary and middle school students, helping to overcome the lack of access to realistic experiences about the local ecological environment. BiodiversityVRTLX was evaluated through usability tests and satisfaction surveys, demonstrating high acceptance and feasibility as an interactive learning tool.

Palabras Clave: Realidad Virtual, Museo Virtual, Biodiversidad, Tlaxcala, Unity.

Keywords: Virtual Reality, Virtual Museum, Biodiversity, Tlaxcala, Unity.

1. Introducción

La biodiversidad en el estado de Tlaxcala ha sido históricamente poco estudiada, con un sesgo geográfico en las investigaciones existentes [1]. Paralelamente, las herramientas tecnológicas como la Realidad Virtual (RV) han sido escasamente aplicadas en la educación ecológica local para proporcionar experiencias inmersivas y efectivas. Este trabajo aborda dicha problemática mediante el desarrollo de un prototipo de museo virtual interactivo llamado "BiodiversityVRTLX". El objetivo principal es desarrollar un museo de diversificar esa biodiversidad en Unity que facilite la visualización y comprensión de la flora y fauna de Tlaxcala a través de escenarios digitales, dirigido principalmente a estudiantes de secundaria para fomentar la educación ambiental.

2. Trabajos Relacionados

Se analizaron diversos proyectos de museos virtuales para contextualizar el desarrollo de BiodiversityVRTLX como:

- **El Museo Virtual de los Manglares (MUINCA)** en Colombia, que utiliza tecnologías inmersivas para incentivar la protección de sus ecosistemas a través de recorridos guiados y actividades interactivas, busca no solo informar, sino generar una conciencia ecológica en los visitantes, permitiéndoles comprender la importancia vital de estos hábitats mediante una experiencia digital accesible que simula el entorno natural de manera dinámica [2].

- **Museo Virtual MNCN** en España, el cual permite explorar colecciones de biodiversidad con tecnologías de RV y realidad aumentada, ofreciendo recursos educativos para estudiantes a través de esta plataforma, facilitando que usuarios de todo el mundo puedan visualizar especímenes en alta resolución y acceder a información detallada sin las barreras geográficas de una visita presencial [3].

- **Pabellón Nacional de la Biodiversidad de la UNAM**, ofrece un recorrido virtual que combina funciones de museo y de investigación,

utilizando software de modelado 3D como 3ds Max, para crear representaciones realistas donde permita a los usuarios transitar digitalmente por las salas de exhibición, brindando una visión integral que vincula la divulgación artística con el rigor académico de la biología moderna [4].

- **Visita Virtual MHN de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM)** en Perú, es una plataforma interactiva que busca promover el conocimiento y la conservación de la biodiversidad del país. El museo se implementó sobre una plataforma llamada MHN-UNMSM 360°, la cual permite un recorrido virtual por todas sus salas de exhibición, mostrando fotografías, descripciones de especies, videos y documentales [5].

- **Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian** en Estados Unidos, que ofrece un extenso recorrido virtual de sus exhibiciones. Este tour permite explorar especímenes de plantas, animales, fósiles y objetos culturales a través de imágenes panorámicas de alta resolución. Fue desarrollado con cámaras DSLR y codificado manualmente en HTML5 y JavaScript, utilizando la biblioteca gráfica krpno para su interactividad [6].

3. Aplicación BiodiversityVRTLX

"BiodiversityVRTLX" es una aplicación de escritorio desarrollada en Unity. El sistema se estructura en tres módulos principales accesibles desde un menú principal:

Galería de Plantas: Permite al usuario explorar diversos modelos 3D de la flora representativa de Tlaxcala. Cada modelo, como el "Colorín", está acompañado de información textual, un video explicativo y una narración de audio.

Galería de Animales: De manera similar, presenta especies icónicas de la región como el "Teporingo". Los modelos cuentan con animaciones que muestran su comportamiento, junto a su respectiva información multimedia.

Exploración de Ecosistemas: Recrea tres hábitats virtuales (bosque de encinos, bosque templado y humedal de agua dulce), en estos escenarios, el usuario puede navegar libremente y observar la fauna integrada en su entorno.

La interacción se gestiona mediante controles de teclado y ratón, permitiendo el movimiento en tercera persona, y botones interactivos dentro del entorno para reproducir, pausar o reiniciar el contenido multimedia.

4. Conceptos Básicos

Para la comprensión del proyecto, es fundamental definir cuatro conceptos que sustentan su desarrollo: Realidad Virtual, Biodiversidad, Motor Gráfico y Modelado 3D.

Modelado 3D: Es el proceso de crear una representación matemática tridimensional de un objeto o superficie utilizando software especializado. A través de herramientas como Blender, es posible construir y dar forma a objetos virtuales para su uso en animación, simulación y renderizado [7].

Realidad Virtual (RV): Se define como una tecnología informática que crea la ilusión de un entorno tridimensional e interactivo, en el cual el usuario experimenta una sensación de presencia espacial e inmersión [8].

Biodiversidad: Se refiere a la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas [9].

Motor Gráfico (Unity): Es una plataforma de desarrollo en tiempo real que proporciona un entorno integrado para crear contenido interactivo en 2D y 3D. Unity incluye un motor de renderizado para gráficos, un motor de física y herramientas de edición visual, lo que permite el desarrollo para múltiples plataformas [10].

5. BiodiversityVRTLX

La interfaz de usuario de "BiodiversityVRTLX" fue diseñada para ser intuitiva y funcional, asegurando que los usuarios, principalmente estudiantes, pudieran navegar por el museo virtual sin dificultades. La experiencia se estructura en torno a un menú principal y los tres escenarios interactivos.

El sistema inicia con un menú principal como se podrá ver en la figura

1, la cual sirve como el punto central de navegación. En esta pantalla, se presentan al usuario las opciones para acceder a las áreas principales del museo: "Galería de Plantas", "Galería de Animales" y "Exploración de Ecosistemas", además de una opción para "Salir".



Figura 1 Pantalla del menú principal de "BiodiversityVRTLX".

Una vez dentro de una galería, el usuario explora un espacio tridimensional en tercera persona. Cada exhibición está diseñada para maximizar la inmersión. En la galería de plantas como se muestra en la Figura 2, se ven los modelos 3D ambientados en recintos que simulan su entorno.



Figura 2 Ejemplo de una exhibición en la Galería de Plantas, "modelo 3D del Colorín"

En la galería de animales como se ve en la Figura 3, están diferentes especies en el hábitat natural que les corresponde y simulando sus movimientos a través de animaciones hechas.

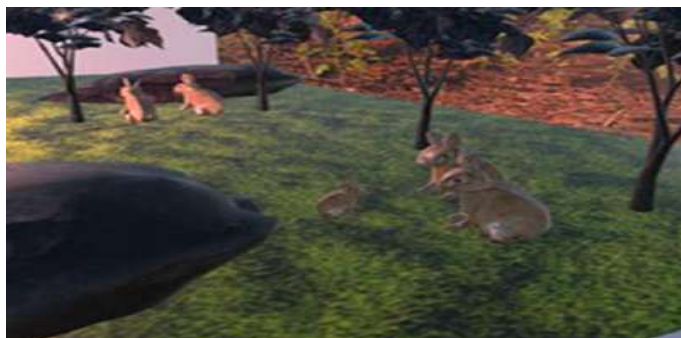


Figura 3 Exhibición en la Galería de Animales, mostrando al "Teporingo"

Tanto en el módulo de plantas como en el de animales, el sistema funciona igual. Como se puede ver en la Figura 4, cuando se acerca el visitante a un modelo se activa un panel. Este panel ya trae sus tres botones de colores para controlar el video y el audio: el botón rojo sirve para reproducir el vídeo y el audio, el verde para pausarlo y el azul para reiniciar la información de esa planta o animal en específico.



Figura 4 Interacción que tendrán los usuarios como panel informativo

Finalmente, el módulo de "Exploración de Ecosistemas" transporta al usuario a un escenario abierto que representa un bioma de Tlaxcala, ya sea humedales, bosques húmedos o encinos, permitiendo una exploración libre y la observación de distintas especies, interactuando en un entorno más amplio y dinámico al igual que varios carteles con ilustración informativa, para dar mayor contenido de ese bioma. En la Figura 5 se muestra el ecosistema de bosques de encinos.

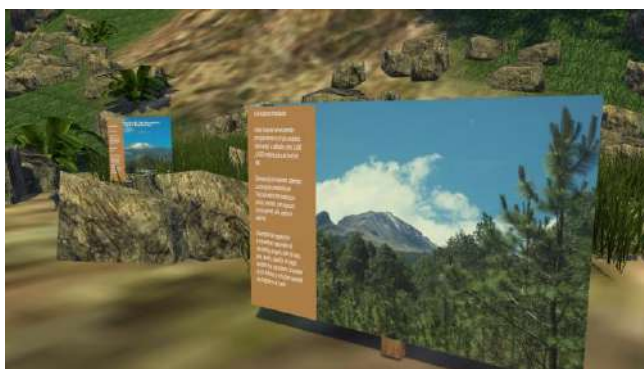


Figura 5 Exploración de Ecosistemas, bosque de encinos.

6. Pruebas y Resultados

Para validar la funcionalidad, el rendimiento y la calidad de BiodiversityVRTLX, se realizó un proceso de evaluación en varias etapas: Pruebas de Caja Negra: Se ejecutaron para verificar el comportamiento funcional del sistema. Pruebas de Casos de Uso: Se validaron los requerimientos funcionales definidos. Pruebas de Requerimientos no funcionales: Se validaron los requerimientos no funcionales, para asegurar que son expandibles los módulos. Así como:

Pruebas de Usabilidad: Se midió la calidad de la interacción basadas en principios clave de RV (inmersión, retroalimentación, interactividad y navegación intuitiva). Los resultados confirmaron que los usuarios percibieron el entorno como realista y fácil de explorar.

Encuesta de Satisfacción (Validación Final): Esta fue la prueba principal, aplicada a una muestra de 26 participantes del público objetivo, compuesta por 23 niños de entre 12 y 14 años de educación secundaria y 3 profesores. 100% de los participantes afirmaron que recomendarían la experiencia virtual a otras personas. Estos datos demuestran que BiodiversityVRTLX es una herramienta educativa efectiva, intuitiva y motivadora para el público objetivo.

7. Conclusiones

El desarrollo de BiodiversityVRTLX cumplió satisfactoriamente con el objetivo de crear una herramienta virtual interactiva para la difusión y el aprendizaje de la biodiversidad de Tlaxcala, demostrando ser una solución viable para la falta de recursos educativos inmersivos en la ecología local.

El éxito del proyecto se justifica con los resultados de la validación final: las pruebas aplicadas a 26 participantes (23 estudiantes y 3 profesores) arrojaron una calificación promedio de 4.5 sobre 5 y un 100% de recomendación. Esto valida que el proyecto es una herramienta educativa efectiva, intuitiva y motivadora, con una alta aceptación por parte del público objetivo.

Siguiendo un proceso formal de ingeniería de software [11], la fase de diseño (UML) fue clave para guiar la implementación en Unity, asegurando la coherencia del sistema. El resultado es un museo virtual funcional que integra modelos 3D, animaciones y contenido multimedia en sus tres módulos principales: flora, fauna y ecosistemas.

Referencias

1. Vázquez, J. (2023). Biodiversidad de Tlaxcala es poco estudiada, revelan investigadores. El Sol de Tlaxcala. Recuperado de <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/biodiversidad-de-tlaxcala-es-poco-estudiada-revelan-investigadores-10657259.html>
2. P. L. Guillermo, F., et al. (2021, 30 de noviembre). Museo interactivo para incentivar el cuidado y protección de los ecosistemas de la región Caribe "MUINCA". Universidad del Norte.
3. Root. (s. f.). Visitas virtuales | Museo Nacional de Ciencias Naturales. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Recuperado de <https://www.mncn.csic.es/es/visita-el-mncn/exposiciones/visitas-virtuales>
4. Pabellón Nacional de la Biodiversidad. Museo interactivo y espacio de investigación. (s. f.). Secretaría de Cultura/Sistema de Información Cultural. Recuperado de https://sic.cultura.gob.mx/ficha.php?table=museo&table_id=2205
5. Visita virtual - MHN. (s. f.). Museo de Historia Natural, UNMSM. Recuperado de <https://museohn.unmsm.edu.pe/360.html>
6. Current exhibits. (s. f.). Smithsonian National Museum Of Natural History. Recuperado de <https://naturalhistory.si.edu/visit/virtual-tour/current-exhibits>
7. Blender Foundation. (s.f.). About Blender. Blender. Recuperado de <https://www.blender.org/about/>
8. Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual Reality Technology. John Wiley & Sons.
9. Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992). Texto del Convenio. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
10. Unity Technologies. (s.f.). Motor de Unity: Plataforma de desarrollo 2D y 3D. Unity. Recuperado de <https://unity.com/es/products/unity-engine>
11. Mora Lumbreras, M. A. (2017). Realidad Virtual: Estudio y Aplicaciones, Difusión, Museos, Cultura, Tradiciones y Educación por medio de Realidad Virtual. Editorial Académica Española EAE.



Videojuego: Migración de las 400 familias tlaxcaltecas

Marva Angelica Mora Lumbreras, Eric Romero Reyes

Universidad Autónoma de Tlaxcala,
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología
Calzada Apizaquito S/N, Apizaco, Tlaxcala
{marvaangelica.moral, 20213034}@uatx.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 21 de noviembre de 2025, Aceptado 04 de diciembre de 2025,
Versión final 11 de febrero de 2026*

Resumen En el presente artículo se muestra el desarrollo del Videojuego: Migración de las 400 familias tlaxcaltecas, este prototipo tiene el objetivo de mostrar la historia del viaje de las 400 familias tlaxcaltecas para el nivel de educación básica. El diseño consistió en crear mundos con modelados 3D junto con la representación de personajes en 2D, y su estructura se conforma de 6 niveles en los que se explica la alianza tlaxcalteca – española, los motivos del viaje de las familias, sus colonias y los motivos adquiridos. Para el desarrollo se utilizó Blender, Libresprite y Unity para la plataforma de Windows. Se realizaron pruebas de usabilidad e integración donde se analizó y demostró el potencial del videojuego para tener una actividad lúdica y enriquecida para mostrar la historia.

Abstract This article shows the development of the video game: Migration of the 400 Tlaxcalan families. This prototype shows the history of the diaspora of the 400 Tlaxcalan families, along with its expansion to the basic education level. The design consisted of creating worlds with 3D models along with the representation of 2D characters. Its structure consists of six levels that explain the Tlaxcalan-Spanish alliance, the reasons for the families' journey, their colonies, and the reasons they acquired. The development used Blender, Libresprite, and Unity for the Windows platform. Usability and integration tests were conducted to analyze and demonstrate the video game's potential to provide a fun and enriching activity to showcase history.

Palabras Clave: Videojuego, Tlaxcala, Unity, Historia, Educación

Keywords: Video game, Tlaxcala, Unity, History, Education

1. Introducción

La historia de Tlaxcala es un pilar para México, muchos eventos históricos han prevalecidos gracias a las tradiciones y documentos históricos. Sin embargo, su difusión en las nuevas generaciones ha sido un reto. Los videojuegos se han convertido en un medio con potencial para dar a conocer ideas y hechos que puedan ser disfrutados en un mundo inmersivo, representando una alternativa como herramienta pedagógica, como aprendizaje vivencial y entretenido [1]. La historia de la migración de las 400 familias tlaxcaltecas es un evento que ha tenido una gran repercusión en diversas ciudades de México, por ello su representación en un videojuego puede ayudar a mostrar el alcance de la influencia tlaxcalteca en el norte del país a nivel de educación básica de manera educativa y lúdica.

2. Trabajos Relacionados

Yaopan. Una historia de la conquista. Es un videojuego basado en el documento conocido como Lienzo de Tlaxcala, producido por la Universidad Nacional Autónoma de México en el que conmemora los 500 años de la conquista. Su objetivo es mostrar el papel del pueblo tlaxcalteca y el papel que tuvo al lado de Hernán Cortes [2].

Mexikah. Un juego de batalla y estrategia inspirado en el México prehispánico, desarrollado por el estudio independiente Bucefalo Games, toma inspiración a la época prehispánica, mitología y varios aspectos de la cultura antes de la conquista [3].

Dadá Za. Un producto creado en colaboración entre estudiantes de la Universidad Tecnológica de Tlaxcala. Se baso en la leyenda de la mujer serpiente de la comunidad otomí de Ixtenco [4].

El descenso de la serpiente. Un juego creado para la aplicación de Google Arts & Culture para Android. Tiene el objetivo de llevar a los jugadores al pasado para buscar objetos ocultos donde explora varios aspectos de las antiguas culturas mesoamericanas y sus figuras mitológicas [5].

El viaje a Mictlan. Desarrollado por Víctor José Palacios para el programa de Apoyo a la Producción e Investigación en Arte y Medio del Centro Multimedia del Cemart en 2021. Está basado en el libro del mismo nombre. Narra la historia de un xoloitzcuintle que recibe la encomienda de llevar a su abuelo a través de los nueve niveles del inframundo para alcanzar el descanso eterno [6].

3. Descripción de la Aplicación

La aplicación es sobre el videojuego llamado “Migración de las 400 familias tlaxcaltecas” desarrollado en el motor gráfico de Unity, con modelados 3D para estructuras hechos en el software Blender y diseños 2D con un estilo pixelart con el software Libresprite.

El modelo de proceso de ingeniería de software que se utilizó fue el modelo de proceso de desarrollo de realidad virtual [9] donde cada fase consiste en:

- **Análisis:** Crear un guion, establecer el hardware y software junto con los principios de usabilidad y esbozar idea.
- **Modelado:** Determinar la escala y modelar personajes y objetos, en esta fase se añade el diseño pixelart y sus animaciones.
- **Ambientación:** Determinar dimensiones del terreno, incluir objetos y personajes. Ambientar el mundo texturizando e iluminando.
- **Interacción:** Incluir la navegabilidad, eventos, audio y música.
- **Pruebas:** Pruebas y corrección de errores.

El videojuego tiene el objetivo de enseñar la historia de la migración de las 400 familias tlaxcaltecas, por ello, se concibió la idea de que perteneciera al género de plataformas. Está estructurado por los niveles Conquista, Tlaxcala a Jilotepec, Jilotepec a San Miguel el Grande, San Miguel el Grande a El Vaquero, Vaquero a Cuicillos, Colonia y Final del viaje. El jugador puede caminar en un espacio lineal, puede saltar y tiene, dependiendo de la herramienta que posea en aquel momento, una acción como atacar, picar y quitar obstáculos del camino. Cada nivel tiene personajes con los que puede hablar el jugador para entender los motivos y la historia del viaje. Cuando finaliza cada nivel se explica las colonias que fundaron los tlaxcaltecas. Así como los personajes que conocieron los jugadores en su camino.

4. Conceptos Básicos

Videojuego:

Los videojuegos son programas informáticos donde un usuario puede mantener interacción a través de imágenes que aparecen mediante un dispositivo. Presentan un sistema de reglas y de recompensa, por el cual, a través de estímulos implícitos se intenta ganar. En un videojuego existe la opción de competir contra la propia inteligencia artificial o contra otros adversarios [7].

Árcade (Juego de plataformas):

Buscan que el usuario supere diferentes escenarios para seguir avanzando de nivel, se emplea un ritmo de juego rápido que se acelera en velocidad y dificultad por cada nivel que pasa, en este tipo de juegos estimula el tiempo de reacción mínimo, contribuyendo al desarrollo psicomotor y la orientación visoespacial [7].

Inmersión

Es la experiencia del sujeto por la que sus acciones se le aparecen como pertenecientes a una naturaleza virtual con sus propias leyes. El usuario participa de unas condiciones particulares, divergente de las del mundo “real” desarrollando su actividad en un microcosmos plenamente autosuficiente [8].

5. “Videojuego: Migración de las 400 familias tlaxcaltecas”

El videojuego consiste en diferentes niveles que involucran varios momentos del viaje de las 400 familias tlaxcaltecas, así como la interfaz que ayuda al jugador a sentirse inmerso en la experiencia y tener acceso rápido a las acciones del juego, así como la información que debe darse al jugador para entender los motivos de los personajes.

5.1. Menú principal

En el inicio del videojuego, se presenta un menú principal donde el jugador puede elegir entrar a jugar directamente, otro donde pueda acceder a diferentes niveles, un botón de ayuda y, por último, uno de salida.



Figura 1. Menú principal del videojuego

5.1. Niveles de “Videojuego: Migración de las 400 familias tlaxcaltecas”

El videojuego: Migración de las 400 familias tlaxcaltecas cuenta la historia del viaje hacia el norte de familias tlaxcaltecas a lo largo de los siguientes niveles.

Nivel 1: Nivel Alianza, el jugador conoce el momento de la

formación de la alianza Tlaxcalteca – española. El jugador explora un barrio de Tlaxcala antes de la conquista, se encarga de hablar con uno de los guerreros para saber la situación en aquel momento hasta llegar a la votación que realizan los señoríos de Tlaxcala para permitir la entrada a los españoles. Este nivel permite dar a conocer al jugador sobre la alianza que se tuvo entre los tlaxcaltecas y los españoles.



Figura 2. Junta con los señoríos en Nivel 1

Nivel 2: Nivel Tlaxcala a Jilotepec, en la Plaza de Tlaxcala, se le da al jugador una introducción a la encomienda como motivo del viaje de las 400 familias tlaxcaltecas. Al mismo tiempo, el jugador habla con pobladores tlaxcaltecas, españoles y frailes sobre sus preocupaciones que tienen ante la realización del viaje.



Figura 3. Reunión con el capitán Caldera en el Nivel 2.

Nivel 3: Nivel Jilotepec a San Miguel el Grande, Inicia la migración de las familias tlaxcaltecas. El jugador recorre una ruta que representa el trayecto de Jilotepec a San Miguel el Grande. Al caminar por esta ruta, el jugador debe recolectar maíz, que tiene el propósito de curar. El capitán Caldera entrega una pica al jugador para alejar los peligros que se encuentra en el camino como lobos y escorpiones. Al final del nivel, un funcionario menciona que son 400 familias que se encuentran viajando.



Figura 4. Encuentro con funcionario en Nivel 3

Nivel 4: Nivel San Miguel el Grande a El Vaquero, el jugador continúa la ruta de San Miguel el Grande a El Vaquero, caracterizado por zonas rocosas. Se debe recolectar maíz para poder curarse; además, durante este trayecto, obstáculos además de los lobos y arbustos, se encuentran rocas que tapan el camino.

Para superarlas el jugador puede equipar un pico al subir en una colina para romper las rocas y liberar el paso. Al final de este capítulo aparece el Capitán Hinojosa, quien ayuda a las familias en su viaje.



Figura 5. Encuentro con el capitán Hinojosa en Nivel 4.

Nivel 5: Nivel El Vaquero a Cuicillos, La ruta del jugador es de El Vaquero a Cuicillos. El jugador debe ocupar su pico para quitar rocas que encuentre en el camino, utilizar su pica para alejar a lobos y escorpiones, durante este trayecto encontrará una azada que tendrá el propósito de quitar arbustos que ralenticen el viaje. Al terminar este nivel se encuentra un poblado que marca el final del trayecto. En ese momento el jugador busca al Capitán Juan de la Hija, quien lo envía al asentamiento donde hay una guerra contra los chichimecas.



Figura 6. Encuentro con el capitán Juan de la Hija.

Nivel 6: Nivel Colonia, El jugador encuentra un español que le pedirá ayuda para combatir a los chichimecas. Por lo tanto, el personaje se equipará con una armadura que aumenta sus corazones. A través de una colina evita lobos, quita obstáculos como piedras y arbustos y, recolecta maíz para curarse. Por último, debe quitar tres campamentos de los chichimecas destruyendo su fogata.



Figura 7. Batalla contra chichimecas en el Nivel 6.

Escena Fin del Viaje, se muestra al gobernador de San Esteban, quien informa las concesiones obtenidas por los tlaxcaltecas como recompensa por su viaje. Estas incluyen el título de Don, las tierras ganadas en los pueblos a los que llegan y la protección otorgada por la corona. Finalmente, el gobernador felicita al jugador por su aventura.



Figura 8. Dialogo con gobernador de San Esteban

6. Pruebas y Resultados

Se realizaron pruebas de integración que se dedican a verificar el correcto funcionamiento de los componentes del sistema que se combinaron y trabajan juntos con excelentes resultados. Además, se realizaron pruebas de usabilidad en el laboratorio de informática de la Escuela Secundaria General “Valentín Gómez Farias” con alumnos con edades de 12-13 años. La mayoría de los usuarios disfrutaron totalmente el videojuego, los gráficos, así como encontraron la experiencia intuitiva, inmersiva y entretenida.

7. Conclusiones

El uso de Unity para crear el videojuego con un estilo 2.5D resultó una experiencia enriquecedora para entender como funcionarían personajes con un estilo pixel-art en un mundo 3D

También el uso de Libresprite en el que resultó ser complejo a la hora de crear animaciones que fueran creíbles para el jugador. Sin embargo, la creación de los personajes fue una parte crucial y en el que la imaginación e interpretación ayudaron para dar la idea de cómo era los vestuarios de los personajes, así como ciertos rasgos faciales.

Con la finalización del desarrollo sobre el videojuego “Migración de las 400 familias tlaxcaltecas” demostró ser capaz de enseñar el tema de las 400 familias de Tlaxcala, junto con la expansión de la cultura tlaxcalteca durante la migración en el nivel de educación básica. Durante las pruebas para el público objetivo le resulto muy divertido pasar los distintos retos de los niveles y aprender la información que se daba para saber el motivo de la migración y los personajes que lo involucraron.

Referencias

1. Evaristo Chiyong, I., Navarro Fernández, R., Vega Velarde, V., & Nakano Osoro, T. (2016). Uso de un videojuego educativo como herramienta para aprender historia del Perú. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 35-52.
2. Osegueda, R. (2022, 14 marzo). Yaopan, el videojuego sobre la Conquista que lanzó la UNAM - México Desconocido. México Desconocido. <https://www.mexicodesconocido.com.mx/yaopan-el-videojuego-sobre-la-conquista-que-lanzo-la-unam.html>
3. Digital, M. (2022, 21 diciembre). «Mexikah», el nuevo videojuego mexicano sobre la historia, mitos y cultura prehispánica mexicana. Grupo Milenio. <https://www.milenio.com/tecnologia/videojuegos/mexikah-videojuego-basado-mitos-historia-mexicana>
4. González, K. (2024, 5 septiembre). Llevan exalumnos de la UTT leyendas tlaxcaltecas a los videojuegos. *El Sol de Tlaxcala | Noticias Locales, Policiacas, Sobre México, Tlaxcala y el Mundo*. <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/cultura/llevan-exalumnos-de-la-utt-leyendas-tlaxcaltecas-a-los-videojuegos-12509559.html>
5. McNaught, H. M. (2022, 22 septiembre). Juega El Descenso de la Serpiente, el primer videojuego de Google Arts & Culture. Google. <https://blog.google/intl/es-419/actualizaciones-de-producto/juega-el-descenso-de-la-serpiente-el-primer-videojuego-de-google-arts-culture/>
6. Jabbour, G. (2023, 15 septiembre). Con estos videojuegos por fin podrás aprenderte la historia de México. *Expansión*. <https://expansion.mx/tecnologia/2023/09/15/videojuegos-para-aprender-historia-de-mexico>
7. Preciado, M. A. L. (2023, 1 julio). Análisis sobre funciones ejecutivas desarrolladas en videojuegos. <https://cies-revistas.mx/index.php/Psicomotricidad/article/view/256>
8. Martínez, M. A., & Gómez, A. (2015). Videojuego e historia: el resurgir del héroe. *Dialnet*. Recuperado 8 de septiembre de 2024, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6329274>
9. Mora Lumberas Marva Angélica (2017), Libro: Realidad Virtual: Estudio y Aplicaciones, Difusión, Museos, Cultura, Tradiciones y Educación por medio de Realidad Virtual, Editorial Académica Española EAE, ISBN: 978-620-2-25210-2, 16 de Diciembre del 2017.



IZTATL
COMPUTACIÓN