



CIENCIA I CEST

- **BAT PROTECT:** dispositivo inteligente para la protección de descargas profundas en baterías automotrices.
- **TONALPA:** sistema de inteligencia artificial tanatológica (SIAT).
- Sistema inteligente de detección temprana de fugas de agua mediante sensores IoT y alertas móviles en tiempo real.
- Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de la salud financiera personal.
- Desarrollo de un robot educativo autónomo con inteligencia artificial para la enseñanza adaptativa de matemáticas en escuelas primarias.

1.-Editorial.....	1
2.- BAT PROTECT: Dispositivo de protección para baterías automotrices.....	2
3.- TONALPA: Sistema de Inteligencia Artificial Tanatológica (SIAT).....	6
4.Sistema inteligente de detección temprana de fugas de agua mediante sensores IoT y alertas móviles en tiempo real.....	10
5.- Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de la salud financiera personal.....	14
6.-Desarrollo de un robot educativo autónomo con inteligencia artificial para la enseñanza adaptativa de matemáticas en escuelas primarias.....	18
7.- Instrucciones para los autores.....	22

Comité Editorial

EDITOR

Dr. Hugo Ortiz González

MIEMBROS DEL COMITÉ EDITORIAL

Dr. Eduardo Cardiel Reyes
Instituto De Ciencias Y Estudios Superiores De Tamaulipas,
A. C. Investigador Y Docente De Nivel Superior

Dr. Julio Laria Menchaca SNI1
Universidad Autónoma De Tamaulipas SNI, Doctor En Tecnología Avanzada, Docente E Investigador De Nivel Superior

Dr. Marco Antonio Díaz Martínez
Instituto Tecnológico Superior De Pánuco, SNI-Candidato, Docente – Investigador

Ing. Edgar Alberto González Morales M.D.H.D.
Universidad Tecnológica De Altamira – Presidente De Academia En Ingeniería Mecatrónica

Q.F.B. María Elena Nava Diguero M.E.
Socio Fundador Del Colegio De Químicos Clínicos De Tamaulipas A.C.

Ing. Ruben Amado Loredó M.I.E.
Universidad Tecnológica De Altamira – Docente De Tiempo Completo – Perfil Deseable PRODEP

Ing. Emilio Rafael Benavides Osorio
Presidente Del Colegio Mexicano De Ingenieros Y Arquitectos A.C.

Dr. Dionisio Morales Ramírez
Miembro del sistema nacional de investigadores.

Lic. Isaías Ramos Luna M.E.
Instituto De Ciencias Y Estudios Superiores De Tamaulipas, A. C. Campus Tampico 2000 Docente de metodología.

Directorio

Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, A. C.

Lic. Carlos L. Dorantes del Rosal, D.E.

Fundador y Rector Emérito

Lic. Sandra L. Avila Ramírez, M.E.

Rectora

Lic. Carlos Dorantes Acosta, M.D.C.

Vicerrector

Lic. María del Socorro Moreno González, M.C.A.

Directora General de Desarrollo Académico

Dra. Mireya Gochicoa Acosta, PhD.

Directora de Investigación

Arq. Francisco Alfonso Navarrete Sámano M.A.D.A.

Jefe de carrera de Arquitectura y Diseño gráfico Campus Tampico 2000

Dr. Antonio Jiménez Balderas M.E.

Jefe de carrera Mecatrónica y Sistemas Computacionales Campus Tampico 2000

Dr. Enrique González Sosa M.E.

Jefe de carrera Industrial, Petrolera y Químico Industrial Campus Tampico 2000

Q.F.B. María Elena Nava Diguero M.E.

Jefa de carrera de Químico Farmacobiólogo

Editorial

El segundo número del segundo volumen de CienciaIcest presenta cinco contribuciones originales en el área de ingeniería, que abarcan sistemas embebidos, inteligencia artificial, Internet de las Cosas, desarrollo de software móvil y robótica educativa, reflejando la diversidad investigativa de la Facultad de Ingeniería del campus Tampico 2000.

El primer trabajo describe el diseño e implementación de un dispositivo de protección contra descargas profundas en baterías automotrices de 12 V, basado en un microcontrolador Arduino Nano con divisor resistivo de voltaje, relé de potencia y módulo de reconexión por radiofrecuencia. El sistema ejecuta desconexiones automáticas al detectar niveles críticos de voltaje, ofreciendo una solución técnica de bajo costo validada en condiciones reales de operación. La segunda contribución propone un Sistema de Inteligencia Artificial Tanatológica que integra modelos de procesamiento de lenguaje natural y síntesis neuronal de voz para generar interacciones conversacionales terapéuticas a partir de la huella digital de personas fallecidas. El sistema opera exclusivamente en entornos clínicos supervisados, bajo un marco ético riguroso orientado al acompañamiento en procesos de duelo complicado.

El tercer artículo presenta un sistema de detección temprana de fugas de agua basado en sensores IoT gestionados por un microcontrolador ESP32, con comunicación vía protocolo MQTT y notificaciones móviles en tiempo real mediante Firebase. Las pruebas experimentales reportaron tiempos de respuesta promedio de 3.5 segundos y una estabilidad de comunicación inalámbrica del 97%, validando su viabilidad como herramienta de monitoreo preventivo.

El cuarto trabajo describe una aplicación móvil multiplataforma para la gestión de finanzas personales, desarrollada con Flutter y SQLite bajo arquitectura local. El sistema integra módulos de registro de movimientos, categorización de gastos, gestión de deudas y simulación de estrategias de amortización. La validación con 50 usuarios confirmó que el 64% percibe como muy útil una herramienta centralizada de gestión financiera sin dependencia de servicios externos.

El quinto artículo presenta el diseño e implementación de un robot educativo con inteligencia artificial para el aprendizaje de matemáticas en nivel primaria, desarrollado sobre Raspberry Pi 5 con operación en modo offline. Los resultados de validación reportaron una mejora del 58% al 84% en ejercicios resueltos correctamente entre la primera y tercera sesión, con una valoración positiva del 94% en la dimensión de operación sin conectividad.

Los trabajos aquí publicados representan aportaciones técnicas con impacto directo en problemáticas regionales y nacionales. Agradecemos al comité editorial y a los revisores por su contribución a la calidad científica de este número.

Dr. Hugo Ortiz González
Editor

BAT PROTECT: dispositivo inteligente para la protección de descargas profundas en baterías automotrices

Castillo Banda José Guadalupe

Fecha de recepción: 15 mayo 2026

Fecha de aceptación: 28 mayo 2026

RESUMEN

La descarga profunda de baterías automotrices representa una problemática frecuente que afecta a conductores de la zona conurbada de Tampico, Ciudad Madero y Altamira. Factores como las altas temperaturas, la humedad elevada y el consumo eléctrico en reposo de los vehículos modernos aceleran el deterioro electroquímico de los acumuladores de plomoácido, reduciendo su vida útil y generando costos de mantenimiento recurrentes [1], [2]. Desde el punto de vista ambiental, el reemplazo prematuro y frecuente de baterías representa una fuente significativa de residuos contaminantes [3]. El presente trabajo describe el diseño e implementación de BAT PROTECT, un dispositivo inteligente basado en Arduino que monitorea en tiempo real el voltaje de la batería y ejecuta un corte automático de corriente al detectar un nivel crítico de descarga. El sistema incorpora un divisor resistivo de voltaje, un relé de potencia, indicadores LED y un módulo de reconexión remota por radiofrecuencia, integrando principios de electrónica analógica, sistemas embebidos y control automatizado [4], [5]. Los resultados demuestran la viabilidad técnica y económica de la propuesta como solución de bajo costo para la protección preventiva de baterías automotrices de 12 V.

PALABRAS CLAVE

protección automotriz, Arduino, descarga profunda, baterías de plomo-ácido, sistemas embebidos.

ABSTRACT

Deep discharge of automotive batteries is a recurring problem affecting drivers in the metropolitan area of Tampico, Ciudad Madero, and Altamira. High temperatures, elevated humidity, and the standby power consumption of modern vehicles accelerate the electrochemical degradation of leadacid accumulators, reducing their service life and generating recurring maintenance costs [1], [2]. From an environmental perspective, the frequent premature replacement of batteries constitutes a significant source of hazardous waste [3]. This paper describes the design and implementation of BAT PROTECT, an Arduinobased smart device that continuously monitors battery voltage and automatically disconnects the electrical accessories circuit upon detecting a critical discharge threshold. The system incorporates a resistive voltage divider, a power relay, LED indicators, and a radio frequency remote reconnection module, integrating principles of analog electronics, embedded systems, and automated control [4], [5]. Results demonstrate the technical and economic feasibility of the proposal as a low-cost preventive protection solution for 12 V automotive batteries.

KEYWORDS

automotive protection, Arduino, deep discharge, lead-acid batteries, embedded systems.

INTRODUCCIÓN

La batería automotriz es un dispositivo electroquímico cuya función principal consiste en suministrar la corriente de arranque al motor y alimentar los sistemas eléctricos del vehículo cuando el alternador no opera. Las baterías de plomo-ácido predominan en este segmento debido a su capacidad de entregar altas corrientes en periodos cortos de tiempo y a su bajo costo de fabricación [1], [2]. Su funcionamiento se basa en reacciones redox entre placas de plomo y ácido sulfúrico; sin embargo, este proceso es susceptible al deterioro cuando la batería es sometida a descargas repetidas por debajo de su umbral mínimo operativo [1], [6].

La descarga profunda ocurre cuando el voltaje desciende por debajo del nivel mínimo requerido para el arranque del vehículo. Este fenómeno provoca sulfatación en las placas internas, deteriorando irreversiblemente la estructura química del acumulador [3], [6]. En la zona conurbada de Tampico, Ciudad Madero y Altamira, este problema se agrava por las altas temperaturas y la humedad elevada de la región [2], [7].

Entre las causas más frecuentes de descarga profunda se identifican el olvido de luces encendidas, el uso de accesorios eléctricos con el motor apagado y el consumo eléctrico en reposo de sistemas electrónicos alarmas, GPS, pantallas y computadoras automotrices que continúan demandando energía aun cuando el automóvil está estacionado [8], [9]. Aunque el mercado ofrece voltímetros digitales, alarmas y cargadores inteligentes, la mayoría requiere intervención manual del usuario [8], [9]. Ante esta necesidad, el presente trabajo propone BAT PROTECT, un dispositivo basado en Arduino Nano que ejecuta la desconexión automática de los accesorios eléctricos al detectar un nivel crítico de descarga [4], [5].

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El desarrollo y evaluación del prototipo BAT PROTECT se llevaron a cabo respetando principios de seguridad, responsabilidad tecnológica y uso ético de los recursos. Las pruebas experimentales se realizaron en espacios autorizados y bajo condiciones controladas, sin comprometer la integridad de los vehículos ni representar riesgo para los participantes. En ningún momento se recopiló información personal de los conductores encuestados. Se priorizó la seguridad del personal involucrado en las pruebas eléctricas, siguiendo buenas prácticas de investigación tecnológica y cumpliendo con los principios éticos establecidos por la institución.

METODOLOGÍA

El desarrollo de BAT PROTECT siguió un proceso estructurado que inició con un diagnóstico de la problemática mediante observación de campo, entrevistas informales a conductores de la zona conurbada y revisión bibliográfica sobre fallas eléctricas automotrices y sistemas de protección de baterías [1], [9]. Este diagnóstico permitió identificar las principales causas de descarga profunda, los efectos sobre la vida útil del acumulador y las necesidades reales de los usuarios.

Con base en los hallazgos, se diseñó la arquitectura de conexión entre el microcontrolador Arduino Nano, el divisor resistivo de voltaje ($R1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R2 = 33 \text{ k}\Omega$), el relé automotriz de potencia, los indicadores LED y el módulo de reconexión remota por radiofrecuencia. El divisor adapta el rango de voltaje de la batería (10–14 V) al rango del ADC (0–5 V) con una relación de escala de 4.3:1 [5]. La Tabla 1 presenta los componentes seleccionados y su función dentro del sistema.

Componente	Especificación	Función
Arduino Nano	ATmega328P, 5 V	Control central
Relé automotriz	12 V / 30 A	Desconexión accesorios
Resistencia R1	10 k Ω	Divisor de voltaje
Resistencia R2	33 k Ω	Divisor de voltaje
Indicadores LED	Bicolor rojo/verde	Señalización de estado
Módulo RF	433 MHz	Reconexión remota
Fusible	10 A	Protección del circuito
Carcasa	Resist. humedad/vibración	Protección mecánica

Tabla 1. Componentes del prototipo BAT PROTECT.

Fuente: elaboración propia.

La programación se desarrolló en Arduino IDE implementando un lazo de monitoreo continuo con muestreo cada 500 ms. El algoritmo evalúa el nivel de carga en tres estados: funcionamiento normal ($V \geq 12.0 \text{ V}$), advertencia preventiva ($11.5 \text{ V} \leq V < 12.0 \text{ V}$) y protección activa ($V < 11.5 \text{ V}$). Al alcanzar el umbral crítico, el sistema activa el relé interrumpiendo el suministro eléctrico hacia los accesorios [4], [5], [10]. La reconexión puede realizarse de forma manual o remota mediante el módulo de radiofrecuencia.

El ensamble del prototipo integró todos los módulos dentro de una carcasa resistente a las condiciones ambientales del sur de Tamaulipas. La instalación no requiere modificaciones significativas al cableado original del vehículo, facilitando su adaptación a distintos automóviles de 12 V [8]. Se realizaron pruebas operati-

vas en diferentes condiciones de descarga controlada para verificar la estabilidad, precisión y capacidad de respuesta del sistema [6].

RESULTADOS

El prototipo BAT PROTECT fue evaluado mediante pruebas experimentales orientadas a verificar su capacidad de monitoreo de voltaje y respuesta automática de protección en diferentes escenarios de descarga controlada. La Figura 1 ilustra el diagrama de conexiones eléctricas del sistema, donde se aprecian los elementos principales: la batería de 12 V, el fusible de 10 A, el divisor de voltaje, el Arduino Nano, el relé de potencia y el módulo de reconexión remota [5], [10].

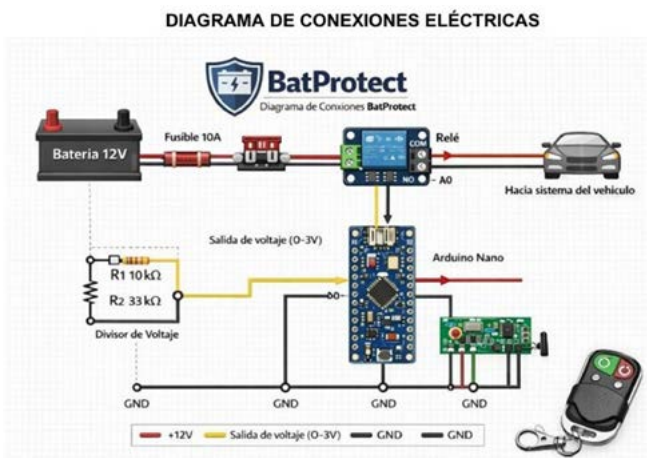


Figura 1. Diagrama de conexiones eléctricas del sistema BAT PROTECT. Fuente: elaboración propia.

Se realizaron mediciones continuas del voltaje de una batería de 12 V mientras diferentes accesorios eléctricos permanecían activos con el motor apagado. La Tabla 2 presenta los valores registrados durante la prueba [6].

Tiempo (min)	Voltaje (V)	Estado del sistema
0	12.6	Funcionamiento normal
20	12.1	Monitoreo activo
40	11.8	Advertencia preventiva
60	11.5	Activación de protección
65	11.4	Corte automático realizado

Tabla 2. Monitoreo de voltaje en prueba de descarga controlada. Fuente: elaboración propia.

El sistema identificó de forma progresiva la disminución del voltaje y activó automáticamente el mecanismo de protección al alcanzar el umbral crítico, conservando energía suficiente para el encendido del vehículo y evitando una descarga profunda [1], [3].

Para verificar la consistencia de la respuesta del relé, se realizaron cuatro pruebas independientes de desconexión automática. La Tabla 3 resume los voltajes críticos detectados y la respuesta del sistema en cada caso [10].

Prueba	V crítico (V)	Respuesta
1	11.5	Correcta
2	11.4	Correcta
3	11.5	Correcta
4	11.6	Correcta

Tabla 3. Resultados de pruebas de desconexión automática. Fuente: elaboración propia.

El sistema respondió correctamente en la totalidad de las pruebas, ejecutando la desconexión dentro del intervalo de muestreo de 500 ms. La variación de ± 0.1 V entre pruebas es consistente con la resolución del divisor resistivo y no representa riesgo para la integridad de la batería [5]. Estos resultados confirman la estabilidad y precisión del algoritmo de protección [4], [6].

La Figura 2 muestra el prototipo físico ensamblado, listo para su instalación en vehículos de 12 V sin modificar el cableado original [8].



Figura 2. Prototipo físico del sistema BAT PROTECT. Fuente: elaboración pro-pia.

El costo total de fabricación se estima en \$1,000 MXN (\$800 MXN en materiales y \$200 MXN de mano de obra). Con un precio de venta propuesto de \$1,500 MXN, la utilidad por unidad asciende a \$500 MXN, representando un margen del 33%. Este valor resulta competitivo frente a los guardabaterías convencionales disponibles en el mercado nacional, cuyo rango oscila entre \$800 y \$2,500 MXN sin ofrecer desconexión automática inteligente [8], [9].

REFERENCIAS

- [1] D. Linden y T. B. Reddy (Eds.), *Handbook of Batteries*, 4.^a ed. New York: McGraw-Hill, 2011.
- [2] W. H. Crouse y D. L. Anglin, *Automotive Mechanics*, 10.^a ed. New York: McGraw-Hill, 2004.
- [3] G. Pistoia, *Battery Technology Handbook*, 2.^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.
- [4] R. H. Bishop, *The Mechatronics Handbook*, 2.^a ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.
- [5] R. L. Boylestad y L. Nashelsky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11.^a ed. Upper Saddle River: Pearson, 2009.
- [6] D. A. J. Rand, P. T. Moseley, J. Garche y C. D. Parker, *Valve-Regulated Lead-Acid Batteries*. Amsterdam: Elsevier, 2017.
- [7] J. Garche et al. (Eds.), *Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*. Amsterdam: Elsevier, 2013.
- [8] Bosch, *Automotive Handbook*, 9.^a ed. Stuttgart: Robert Bosch GmbH, 2018.
- [9] A. Gómez, *Sistemas eléctricos del automóvil*. Madrid: Paraninfo, 2016.
- [10] J. G. Kassakian, M. F. Schlecht y G. C. Verghese, *Principles of Power Electronics*. Reading: Addison-Wesley, 1991.

TONALPA: sistema de inteligencia artificial tanatológica (SIAT)

Figón Herbert Jesús Bandyam

Fecha de recepción: 14 mayo 2026

Fecha de aceptación: 28 mayo 2026

RESUMEN

El duelo complicado derivado de pérdidas repentinas, muertes traumáticas o situaciones donde no existió una despedida adecuada representa una de las problemáticas de salud mental con mayor impacto emocional en la población contemporánea [1], [2]. Ante la limitada disponibilidad de herramientas terapéuticas innovadoras en este ámbito, el presente trabajo propone TONALPA, un Sistema de Inteligencia Artificial Tanatológica (SIAT) diseñado para complementar los procesos de acompañamiento emocional supervisados por especialistas en salud mental. El sistema integra modelos de procesamiento de lenguaje natural, síntesis neuronal de voz y análisis de patrones comunicativos a partir de la huella digital del fallecido para generar interacciones conversacionales coherentes y emocionalmente representativas [3], [4]. El propósito del sistema no es reemplazar ni recrear a la persona fallecida, sino ofrecer una herramienta terapéutica controlada que facilite la expresión emocional, la despedida simbólica y el cierre psicológico dentro de un entorno clínico supervisado [1], [5]. Los resultados de las pruebas de simulación demuestran que el prototipo es capaz de procesar información digital, sintetizar voz personalizada y mantener interacciones estables, confirmando su viabilidad técnica como apoyo en procesos de duelo complicado.

PALABRAS CLAVE

inteligencia artificial, tanatología, duelo terapéutico, procesamiento de lenguaje natural, síntesis de voz.

ABSTRACT

Complicated grief arising from sudden losses, traumatic deaths, or situations where no adequate farewell took place represents one of the most significant mental health challenges in contemporary society [1], [2]. Given the limited availability of innovative therapeutic tools in this field, this paper proposes TONALPA, a Thanatological Artificial Intelligence System (SIAT) designed to complement emotional support processes supervised by mental health professionals. The system integrates natural language processing models, neural voice synthesis, and communicative pattern analysis derived from the deceased's digital footprint to generate coherent and emotionally representative conversational interactions [3], [4]. The purpose of the system is not to replace the deceased, but to provide a controlled therapeutic tool that facilitates emotional expression and psychological closure within a supervised clinical environment [1], [5]. Simulation test results demonstrate that the prototype is capable of processing digital information, synthesizing personalized voice output, and maintaining stable interactions, confirming its technical viability as a support tool in complicated grief processes.

KEYWORDS

artificial intelligence, thanatology, therapeutic grief, natural language processing, voice synthesis.

INTRODUCCIÓN

La muerte representa uno de los eventos más trascendentes en la experiencia humana, y el proceso de duelo que la acompaña constituye una respuesta emocional compleja que puede manifestarse de formas muy distintas según las circunstancias de la pérdida [1]. Cuando el fallecimiento ocurre de manera repentina o traumática, el proceso puede volverse complicado y psicológicamente debilitante, generando síntomas como ansiedad, culpa y depresión [2], [6].

La tanatología ha desarrollado estrategias terapéuticas orientadas a acompañar a las personas durante el duelo, entre ellas ejercicios de despedida simbólica y reconstrucción de vínculos afectivos [1], [2]. Sin embargo, la disponibilidad de estos recursos especializados sigue siendo limitada para una parte importante de la población [5].

La era digital ha transformado la manera en que las personas preservan recuerdos. Actualmente, la mayoría conserva registros digitales de sus seres queridos mensajes, audios, videos y fotografías que constituyen lo que se denomina huella digital [7]. Tras el fallecimiento, estos archivos representan un vínculo emocional importante, aunque rara vez son incorporados dentro de procesos terapéuticos especializados.

Los avances en modelos de procesamiento de lenguaje natural y síntesis neuronal de voz permiten analizar patrones lingüísticos, reproducir características vocales y generar respuestas conversacionales coherentes a partir de registros digitales previos [3], [4], [9]. Estas capacidades abren la posibilidad de desarrollar herramientas terapéuticas innovadoras que complementen las técnicas tradicionales en la atención del duelo complicado [5], [8].

El presente trabajo propone TONALPA, un Sistema de Inteligencia Artificial Tanatológica que utiliza la huella digital de una persona fallecida para generar interacciones conversacionales éticas y supervisadas, destinadas exclusivamente al apoyo terapéutico en procesos de duelo complicado, integrando modelos de lenguaje de gran escala, síntesis de voz personalizada y una interfaz de gestión clínica [3], [4], [10].

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El desarrollo de TONALPA implica una responsabilidad ética de particular relevancia dado que el sistema trabaja con información personal sensible de personas fallecidas y con usuarios en situación de vulnerabilidad emocional. El proyecto establece que el sistema operará

exclusivamente dentro de entornos terapéuticos supervisados por profesionales certificados en tanatología y salud mental, quedando prohibido su uso con fines recreativos o comerciales.

La recopilación de la huella digital se realizará únicamente con el consentimiento informado de los familiares autorizados, garantizando la protección de datos personales y la confidencialidad de las sesiones. El prototipo fue evaluado mediante simulaciones en entornos controlados, sin involucrar usuarios en situación real de duelo. TONALPA constituye un complemento a la atención profesional, nunca un sustituto de ella.

METODOLOGÍA

El desarrollo de TONALPA siguió un proceso estructurado que inició con una revisión bibliográfica exhaustiva sobre tanatología, salud mental, procesamiento de lenguaje natural y síntesis de voz [1], [2], [5]. Se identificó que una proporción significativa de personas conserva registros digitales de familiares fallecidos con alto valor emocional, aprovechables dentro de procesos terapéuticos supervisados [7].

Con base en estos hallazgos, se diseñó la arquitectura general del sistema definiendo los módulos funcionales necesarios. La Tabla 1 presenta los componentes tecnológicos seleccionados y su función dentro de la plataforma.

Componente	Tecnología	Función
Motor PLN	GPT-4o (OpenAI)	Generación conversacional
Síntesis de voz	ElevenLabs API	Clonación vocal
Interfaz	Streamlit (Python)	Gestión de sesiones
Almacenamiento	Base de datos nube	Resguardo huella digital
Autenticación	Módulo auth.py	Control de acceso
Registro	Módulo logs/	Bitácora clínica
Audio	Bibliotecas Python	Extracción vocal

Tabla 1. Componentes tecnológicos del sistema TONALPA.
Fuente: elaboración propia.

El sistema se estructura en tres etapas. En la primera, de registro y configuración, el especialista carga los archivos de la huella digital, los cuales son validados, almacenados en servidor seguro y procesados para extraer patrones lingüísticos y características vocales, como se ilustra en la Figura 1 [4], [10].

1. Diagrama de Flujo: Registro y Configuración del Dataset

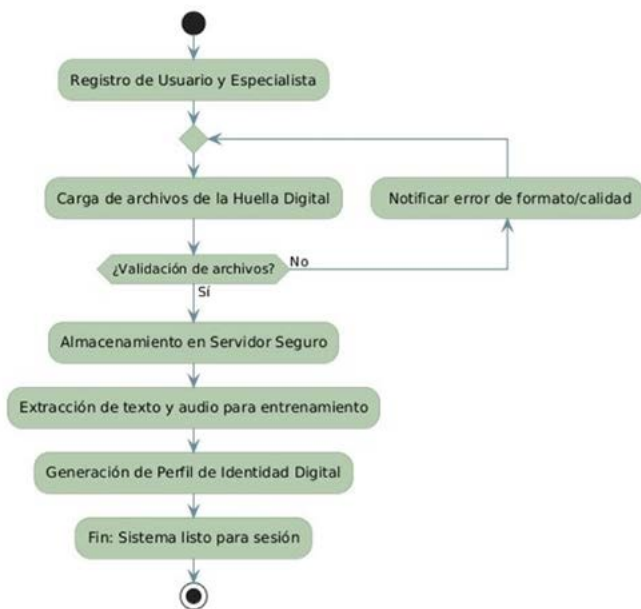


Figura 1. Diagrama de flujo: Registro y Configuración del Dataset. Fuente: elaboración propia.

En la segunda etapa de procesamiento, el sistema aplica modelos de lenguaje de gran escala para analizar el estilo narrativo del fallecido, mientras el módulo de síntesis neuronal entrena un modelo de voz ajustando parámetros de tono, ritmo y prosodia emocional, tal como describe la Figura 2 [9], [4].

Procesamiento de Datos y Simulación

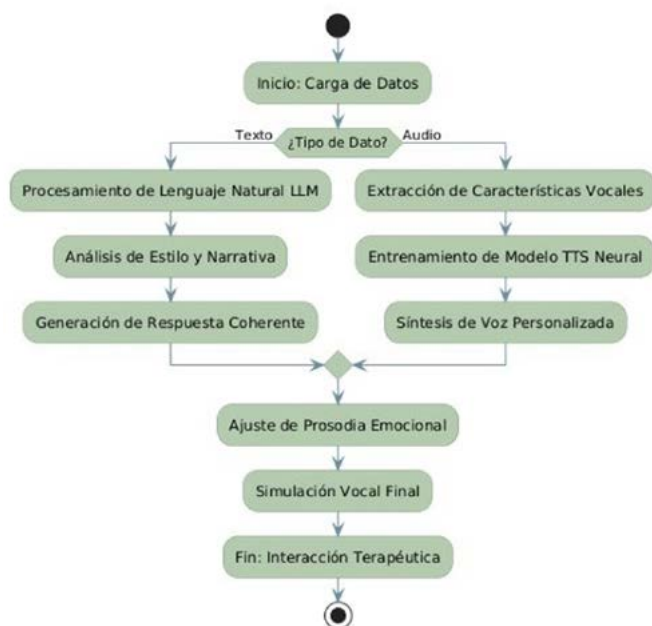


Figura 2. Diagrama de flujo: Procesamiento de Datos y Simulación. Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en la etapa de sesión terapéutica supervisada el usuario interactúa con el sistema, el algoritmo genera una propuesta de respuesta que el tanatólogo revisa y valida antes de reproducirla al paciente, garantizando el control clínico en todo momento, según la Figura 3 [5], [10].



Figura 3. Diagrama de flujo: Sesión Supervisada. Fuente: elaboración propia.

El prototipo se desarrolló en Python utilizando Streamlit para la interfaz, la API de OpenAI para el procesamiento de lenguaje natural y la API de ElevenLabs para la síntesis de voz [10], [4], [11]. Se implementaron medidas de seguridad mediante el archivo .env para la protección de llaves de acceso y el módulo auth.py para la autenticación de usuarios autorizados.

RESULTADOS

El prototipo TONALPA fue evaluado mediante pruebas de simulación para verificar su capacidad de procesar información digital, sintetizar voz personalizada y mantener interacciones estables dentro de un entorno terapéutico controlado [3], [4].

El sistema identificó características de comunicación a partir de la huella digital: tono, ritmo de voz y patrones narrativos generando respuestas conversacionales con similitud al estilo comunicativo original [9], [10]. El módulo de síntesis neuronal produjo salidas de audio con ajuste de prosodia emocional, manteniendo una interacción vocal coherente y contextualmente adecuada [4].

La Figura 4 muestra las pantallas principales del prototipo: el módulo de inicio de sesión, la interfaz de simulación de acompañamiento en duelo y el panel de control del especialista, desde donde es posible cargar la biografía digital, seleccionar el modo de respuesta y gestionar las sesiones [11].

Los resultados mostraron que el prototipo procesa información digital y genera respuestas en tiempos adecuados, manteniendo interacciones estables. El filtro de supervisión permitió que el especialista validara cada respuesta antes de ser reproducida, garantizando el control clínico en todo momento [5], [10].

El análisis de costos estimó los recursos necesarios para el desarrollo del sistema en \$22,000 MXN, considerando equipo de cómputo, APIs de síntesis de voz, almacenamiento en la nube y desarrollo de interfaz. El análisis de mercado identificó que los sistemas existentes de chatbots y clonación de voz están orientados al entretenimiento sin enfoque terapéutico especializado en duelo [5], [7], posicionando a TONALPA como propuesta diferenciada en el segmento de salud emocional [8].



Ilustración 4

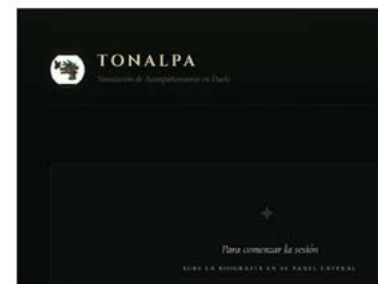


Ilustración 5

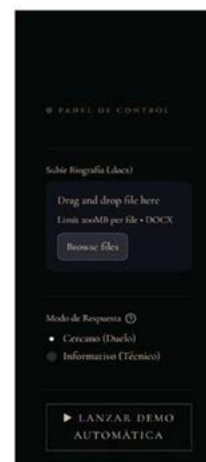


Figura 4. Capturas del prototipo TONALPA: inicio de sesión, interfaz principal y panel de control del especialista.
Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS

- [1] E. Kübler-Ross, *On Death and Dying*. New York: Routledge, 1969.
- [2] J. W. Worden, *Grief Counseling and Grief Therapy*, 5.ª ed. New York: Springer Publishing Company, 2018.
- [3] S. J. Russell y P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4.ª ed. Upper Saddle River: Pearson, 2020.
- [4] ElevenLabs Inc., *Voice Cloning and Speech Synthesis: Technical Documentation and Ethical Guidelines*. [En línea]. Disponible en: <https://elevenlabs.io/docs>, 2024.
- [5] M. S. Choi y J. H. Kim, "Emotional support and conversational agents: A review of current empathy models," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 160, p. 102767, 2022.
- [6] R. S. Lazarus y S. Folkman, *Stress, Appraisal, and Coping*. New York: Springer Publishing Company, 1984.
- [7] S. Turkle, *Alone Together*. New York: Basic Books, 2011.
- [8] Aguilar-García y D. Pérez-Salgado, "El papel de la inteligencia artificial en la salud mental contemporánea," *Revista Iberoamericana de Psicología*, vol. 14, no. 2, pp. 45–58, 2021.
- [9] A. Vaswani et al., "Attention is all you need," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 30, 2017.
- [10] OpenAI, *GPT-4o System Card*. [En línea]. Disponible en: <https://openai.com/index/gpt-4o-system-card/>, 2024.
- [11] Streamlit Inc., *Streamlit API Reference*. [En línea]. Disponible en: <https://docs.streamlit.io>, 2024.

Sistema inteligente de detección temprana de fugas de agua mediante sensores IoT y alertas móviles en tiempo real

Villalpando García Kevin Oscar

Fecha de recepción: 10 mayo 2026

Fecha de aceptación: 18 mayo 2026

RESUMEN

Las fugas de agua en entornos domésticos y comerciales representan una problemática de impacto económico, estructural y ambiental significativo en México. Según datos de la Comisión Nacional del Agua, cerca del 40% del agua distribuida en redes urbanas se pierde por fugas, muchas de ellas internas y de difícil detección [1]. El presente trabajo describe el diseño e implementación de un sistema inteligente de detección temprana de fugas de agua basado en tecnología del Internet de las Cosas (IoT), que integra sensores de flujo, presión y humedad controlados mediante un microcontrolador ESP32, comunicación inalámbrica en tiempo real y una aplicación móvil para la notificación inmediata al usuario [2], [3]. El sistema emplea algoritmos de detección de anomalías sobre los datos recopilados para identificar variaciones fuera del rango operativo normal y generar alertas automáticas antes de que la fuga provoque daños estructurales o pérdidas económicas considerables [4]. Las pruebas realizadas en escenarios controlados demuestran que el prototipo detecta anomalías de flujo y humedad con un tiempo de respuesta inferior a los 5 segundos, confirmando su viabilidad técnica como herramienta de monitoreo preventivo en instalaciones domésticas y comerciales en Tampico, Tamaulipas [5].

PALABRAS CLAVE

Internet de las Cosas, detección de fugas, sensores IoT, monitoreo en tiempo real, ESP32, alertas móviles.

ABSTRACT

Water leaks in domestic and commercial environments represent a significant economic, structural, and environmental problem in Mexico. According to data from the National Water Commission, approximately 40% of water distributed through urban networks is lost due to leaks, many of which are internal and difficult to detect [1]. This paper describes the design and implementation of an intelligent early water leak detection system based on Internet of Things (IoT) technology, integrating flow, pressure, and humidity sensors controlled by an ESP32 microcontroller, realtime wireless communication, and a mobile application for immediate user notification [2], [3]. The system employs anomaly detection algorithms on collected data to identify variations outside the normal operating range and generate automatic alerts before leaks cause structural damage or significant economic losses [4]. Tests conducted in controlled scenarios demonstrate that the prototype detects flow and humidity anomalies with a response time of less than 5 seconds, confirming its technical viability as a preventive monitoring tool for domestic and commercial installations in Tampico, Tamaulipas [5].

KEYWORDS

Internet of Things, leak detection, IoT sensors, real-time monitoring, ESP32, mobile alerts.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye uno de los recursos naturales más esenciales para el desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental. Su gestión eficiente representa uno de los principales desafíos del siglo XXI, especialmente en países como México, donde la infraestructura hidráulica presenta deterioro considerable y las pérdidas por fugas no detectadas afectan tanto a usuarios domésticos como a operadores de servicios públicos [1]. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, aproximadamente el 40% del agua que circula en las redes urbanas mexicanas se pierde antes de llegar al usuario final, siendo las fugas internas en instalaciones residenciales y comerciales una de las causas principales de este desperdicio [1].

Las fugas de agua generan consecuencias de diversa naturaleza. En el ámbito estructural provocan humedad en muros, deterioro de cimientos, proliferación de moho y daños en instalaciones eléctricas. Económicamente representan un incremento injustificado en las facturas de agua y gastos elevados de reparación. Desde la perspectiva ambiental implican la pérdida de un recurso escaso cuya extracción y tratamiento demandan energía significativa [6]. En la zona conurbada de Tampico, Tamaulipas, esta problemática se agrava por la antigüedad de las redes hidráulicas, las variaciones constantes de presión en las líneas principales y las condiciones climáticas de la región, que aceleran el deterioro de tuberías y conexiones.

Frente a este panorama, el Internet de las Cosas ha emergido como una tecnología transformadora en la gestión de infraestructuras hidráulicas. El IoT permite la interconexión de dispositivos físicos que recopilan datos del entorno, los transmiten en tiempo real a través de redes inalámbricas y habilitan la toma de decisiones automática [2], [3]. Esta capacidad de monitoreo continuo supera las limitaciones de los métodos tradicionales de detección, que dependen de la inspección visual periódica y la intervención humana reactiva [7].

En el ámbito de la detección de fugas, los sensores electrónicos de flujo, presión y humedad han demostrado ser herramientas eficaces para identificar anomalías hidráulicas en etapas tempranas [5]. Al integrarse con microcontroladores de bajo costo como el ESP32 y conectarse a plataformas móviles, conforman sistemas capaces de generar alertas inmediatas al usuario antes de que la fuga provoque daños irreversibles [4], [8]. El presente trabajo propone el diseño, implementación y validación de un sistema inteligente de detección temprana de fugas de agua basado en sensores IoT y alertas móviles en tiempo real, orientado a instalaciones domésticas y comerciales en Tampico, Tamaulipas [2], [3],

[9]. La hipótesis que orienta el trabajo sostiene que la implementación de este sistema mejorará la capacidad de respuesta del usuario ante fugas, reduciendo los riesgos económicos, estructurales y ambientales asociados a su detección tardía.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El desarrollo e implementación del sistema de detección temprana de fugas de agua se llevó a cabo respetando principios éticos de seguridad, privacidad y uso responsable de la tecnología. Las pruebas experimentales se realizaron en instalaciones autorizadas y bajo condiciones controladas, sin comprometer la integridad de la infraestructura hidráulica ni representar riesgo para los participantes o usuarios involucrados.

Dado que el sistema recopila datos sobre el consumo y comportamiento hidráulico de los usuarios a través de la aplicación móvil, se garantizó en todo momento la protección de la información personal mediante mecanismos de cifrado, autenticación y consentimiento informado, en cumplimiento con la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. Los datos recopilados fueron utilizados exclusivamente con fines de monitoreo y detección de anomalías. El proyecto se alinea con los principios establecidos en la Ley de Aguas Nacionales y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, reconociendo el agua como un bien público cuya conservación es responsabilidad compartida entre usuarios, instituciones y desarrolladores tecnológicos.

METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema siguió un proceso estructurado de investigación aplicada de tipo experimental y tecnológico, combinando principios de ingeniería electrónica, programación de firmware y conectividad IoT [9], [10]. La investigación inició con el análisis de la problemática de fugas de agua en instalaciones domésticas y comerciales de Tampico, Tamaulipas, identificando las variables hidráulicas críticas a monitorear: flujo, presión y humedad. Con base en este diagnóstico, se seleccionaron los componentes electrónicos del sistema considerando criterios de precisión, costo, consumo energético y compatibilidad con plataformas IoT [5].

La arquitectura del sistema se estructura en tres capas funcionales. La capa de percepción está compuesta por los sensores encargados de medir las variables hidráulicas en tiempo real. La capa de procesamiento es donde el microcontrolador ESP32 gestiona la lectura continua

de los sensores, aplica algoritmos de detección de anomalías y administra la comunicación inalámbrica. La capa de aplicación está conformada por la plataforma en la nube y la aplicación móvil que recibe, almacena y presenta la información al usuario [2], [4]. La Tabla 1 presenta los componentes hardware seleccionados para el prototipo y su función dentro del sistema.

Componente	Modelo / Especificación	Función en el sistema
Microcontrolador	ESP32 (240 MHz, Wi-Fi/BT)	Procesamiento y comunicación
Sensor de flujo	YF-S201 (1–30 L/min)	Medición de caudal de agua
Sensor de presión	MPX5700AP (0–700 kPa)	Detección de variaciones de presión
Sensor de humedad	FC-28 (resistivo)	Detección de filtraciones superficiales
Módulo Wi-Fi	Integrado ESP32	Transmisión inalámbrica de datos
Plataforma nube	Firebase (Google)	Almacenamiento y gestión de datos
Fuente de alimentación	5 V / 2 A	Alimentación del sistema

Tabla 1. Componentes hardware del sistema de detección de fugas. Fuente: elaboración propia.

La programación del firmware se desarrolló en Arduino IDE utilizando lenguaje C/C++. El algoritmo implementado establece un lazo de monitoreo continuo con muestreo cada 500 ms, en el que el microcontrolador lee simultáneamente los tres sensores, compara los valores obtenidos contra umbrales predefinidos y evalúa el estado del sistema en tres niveles:

Operación normal, advertencia preventiva y fuga detectada. Cuando los valores de flujo, presión o humedad superan los límites establecidos, el sistema activa una alerta y la transmite vía Wi-Fi a la plataforma Firebase, que a su vez notifica al usuario a través de la aplicación móvil mediante notificaciones push [3], [8]. La Tabla 2 describe las especificaciones técnicas de los umbrales de detección programados en el sistema.

Variable	Unidad	Rango normal	Advertencia	Fuga detectada
Flujo de agua	L/min	0 – 8	8.1 – 12	> 12
Presión	kPa	200 – 450	150 – 199	< 150
Humedad superficial	%	0 – 30	31 – 60	> 60
Tiempo de respuesta	s	—	—	< 5

Tabla 2. Umbrales de detección programados en el sistema. Fuente: elaboración propia.

La aplicación móvil fue desarrollada para Android, integrando una interfaz de monitoreo en tiempo real con visualización de gráficas de tendencia, panel de estado del sistema con indicadores de color e historial de eventos descargable. La comunicación entre la aplicación y la plataforma en la nube se realiza mediante el protocolo MQTT, seleccionado por su eficiencia energética y baja latencia en la transmisión de datos [7], [9]. El ensamble del prototipo se realizó sobre una protoboard, conectando los sensores al microcontrolador ESP32 según el esquema de conexiones diseñado, e instalando el conjunto en un circuito hidráulico de prueba compuesto por tubería de PVC de ½ pulgada, una bomba de agua de 12 V y válvulas manuales para simular diferentes condiciones de flujo y presión [4], [5].

RESULTADOS

El prototipo fue sometido a pruebas experimentales en tres escenarios: operación normal del sistema, fuga menor simulada mediante apertura parcial de válvula y fuga mayor simulada mediante apertura total con caída brusca de presión. En todos los casos se evaluó la capacidad del sistema para identificar la anomalía, el tiempo transcurrido entre la detección y la generación de la alerta móvil, y la estabilidad de la comunicación inalámbrica con la plataforma Firebase [2], [4].

Los sensores de flujo, presión y humedad respondieron de manera consistente ante las variaciones inducidas en el circuito de prueba. El sensor de flujo YF-S201 identificó incrementos anómalos de caudal a partir de 8.1 L/min, mientras que el sensor de presión MPX5700AP detectó caídas por debajo de los 150 kPa como indicador de ruptura

inminente. El sensor de humedad FC-28 registró presencia de agua superficial en todas las pruebas donde se simuló filtración visible, activando la alerta correspondiente en un tiempo promedio de 3.2 segundos desde el inicio de la fuga [5], [8]. La Tabla 3 resume los resultados obtenidos en las pruebas de detección por tipo de escenario.

El sistema mantuvo un tiempo de respuesta promedio de 3.5 segundos en todos los escenarios de fuga evaluados, cumpliendo con el umbral establecido de menos de 5 segundos. La comunicación inalámbrica entre el ESP32 y la plataforma Firebase presentó una estabilidad del 97% durante las pruebas, con pérdidas de paquetes mínimas atribuibles a interferencias momentáneas en la señal Wi-Fi. Las notificaciones push llegaron al dispositivo móvil en un tiempo adicional promedio de 1.2 segundos después de generada la alerta en el microcontrolador, lo que confirma la eficacia del protocolo MQTT en la transmisión de datos críticos [3], [7].

Escenario	Flujo (L/min)	Presión (kPa)	Humedad (%)	Alerta	Tiempo (s)
Operación normal	4.2	320	18	No	—
Fuga menor	10.5	210	45	Advertencia	4.1
Fuga mayor	15.8	130	78	Crítica	2.8
Fuga superficial	5.1	295	72	Humedad	3.7
Presión anómala	3.8	140	22	Presión	3.5

Tabla 3. Resultados de pruebas de detección por escenario simulado. Fuente: elaboración propia.

En cuanto al desempeño energético del sistema, el prototipo operó de manera continua durante periodos de prueba de 8 horas sin presentar sobrecalentamiento ni fallas en los módulos electrónicos. El consumo promedio registrado fue de 320 mA a 5 V, equivalente a 1.6 W, lo cual es compatible con una alimentación por fuente regulada o batería de respaldo en caso de corte de energía [5]. La Tabla 4 presenta la comparación del desempeño del sistema contra los criterios técnicos establecidos al inicio del proyecto.

Criterio técnico	Meta establecida	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tiempo de respuesta	< 5 s	3.5 s promedio	Cumplido
Estabilidad comunicación	> 95%	97%	Cumplido
Latencia notificación	< 3 s	1.2 s	Cumplido
Consumo energético	< 500 mA	320 mA	Cumplido
Detección fuga menor	Flujo > 8 L/min	8.1 L/min	Cumplido
Detección presión crítica	< 150 kPa	130 kPa	Cumplido
Detección de humedad	> 60%	72%	Cumplido

Tabla 4. Comparación entre criterios técnicos establecidos y resultados obtenidos. Fuente: elaboración propia.

La aplicación móvil presentó un funcionamiento estable durante todas las sesiones de prueba. El panel de monitoreo en tiempo real actualizó los valores de los sensores de forma fluida, los indicadores de estado cambiaron de color correctamente al registrarse anomalías y el historial de eventos quedó almacenado en Firebase para su consulta posterior [9], [10].

REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Estadísticas del agua en México. Ciudad de México: Gobierno de México, 2023.
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic y M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
- [3] L. Atzori, A. Iera y G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [4] R. Rajkumar, I. Lee, L. Sha y J. Stankovic, "Cyber-physical systems: The next computing revolution," *Design Automation Conference (DAC)*, pp. 731–736, 2010.
- [5] R. Boylestad, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 11.ª ed. Upper Saddle River: Pearson, 2013.
- [6] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Informe de la situación del medio ambiente en México. Ciudad de México: SEMARNAT, 2021.
- [7] K. Ashton, "That 'Internet of Things' thing," *RFID Journal*, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://www.rfidjournal.com>
- [8] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista y M. Zorzi, "Internet of Things for smart cities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2014.
- [9] S. Li, L. D. Xu y S. Zhao, "The internet of things: A survey," *Information Systems Frontiers*, vol. 17, no. 2, pp. 243–259, 2015.
- [10] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación*, 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2018.

Desarrollo de una aplicación móvil para el monitoreo de la salud financiera personal

Valladares Turrubiates Carlos Emiliano

Fecha de recepción: 10 mayo 2026

Fecha de aceptación: 26 mayo 2026

RESUMEN

El bajo nivel de comportamiento financiero en México representa una problemática documentada: según la Encuesta Nacional sobre Salud Financiera 2023, el 46% de la población adulta nunca o casi nunca tiene dinero sobrante al final del mes, el 30% no utiliza ninguna herramienta de registro financiero y menos del 5% planifica la totalidad de sus gastos futuros [1]. Ante esta brecha entre el acceso a servicios financieros y la capacidad real de gestionarlos, el presente trabajo describe el diseño e implementación de una aplicación móvil multiplataforma orientada a mejorar la salud financiera del usuario mediante módulos integrados de registro de ingresos y gastos, categorización de movimientos, gestión de deudas, simulación de estrategias de amortización y presupuestos por categoría [2], [3]. La aplicación fue desarrollada con Flutter y SQLite bajo un esquema de funcionamiento completamente local, priorizando la privacidad del usuario y eliminando la dependencia de servicios externos [4]. Su validación se realizó mediante un estudio descriptivo cuantitativo aplicado a 50 adultos de la zona conurbada del sur de Tamaulipas. Los resultados muestran que el 64% de los participantes considera muy útil una herramienta centralizada de gestión financiera, y que la principal barrera de adopción no es técnica sino conductual, lo que refuerza la pertinencia de una solución accesible, sin fricción y de uso inmediato [1], [5].

PALABRAS CLAVE

aplicación móvil, Flutter, SQLite, finanzas personales, salud financiera, gestión de deudas.

ABSTRACT

Low levels of financial behavior in Mexico represent a documented problem: according to the 2023 National Survey on Financial Health, 46% of the adult population never or almost never has money left over at the end of the month, 30% uses no financial tracking tool, and fewer than 5% plan all their future expenses [1]. Faced with this gap between access to financial services and the actual capacity to manage them, this paper describes the design and implementation of a crossplatform mobile application aimed at improving user financial health through integrated modules for income and expense recording, transaction categorization, debt management, amortization strategy simulation, and category based budgeting [2], [3]. The application was developed with Flutter and SQLite under a fully local operating scheme, prioritizing user privacy and eliminating dependence on external services [4]. Validation was conducted through a descriptive quantitative study applied to 50 adults in the metropolitan area of southern Tamaulipas. Results show that 64% of participants consider a centralized financial management tool highly useful, and that the main adoption barrier is behavioral rather than technical, reinforcing the relevance of an accessible, frictionless, ready to use solution [1], [5].

KEYWORDS

mobile application, Flutter, SQLite, personal finance, financial health, debt management.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema financiero mexicano ha experimentado una transformación significativa durante la última década, impulsada por la consolidación de las plataformas fintech y la expansión del acceso a servicios bancarios digitales. Sin embargo, la disponibilidad de instrumentos financieros no ha generado una mejora proporcional en los comportamientos financieros de la población. La Encuesta Nacional de Inclusión Financiera 2024 reporta que el índice general de bienestar financiero en México se ubica en 52.4 puntos sobre 100, evidenciando un estancamiento estructural que no se resuelve únicamente con mayor acceso a productos financieros [5].

La raíz del problema no es la disponibilidad de crédito sino la ausencia de herramientas que faciliten traducir la intención de administrar las finanzas en hábitos concretos y sostenibles. Según la ENSAFI 2023, el 53.2% de los adultos lleva algún tipo de registro de sus ingresos y gastos, pero menos del 25% elabora un presupuesto formal y solo el 32.8% de quienes registran sus movimientos lo hace de manera consistente [1]. Esta brecha entre percepción y práctica se confirma en la encuesta aplicada en el presente estudio: el 42% de los participantes atribuye su falta de gestión financiera a la ausencia de hábito o disciplina, no a falta de conocimiento [1].

Las soluciones existentes en el mercado presentan limitaciones concretas. Las aplicaciones de banca móvil categorizan únicamente los movimientos realizados con productos del mismo banco, ignorando compromisos con otras instituciones. Las herramientas de registro manual como hojas de cálculo demandan tiempo y conocimientos técnicos que desincentivan su adopción. Las aplicaciones especializadas líderes del mercado operan bajo modelos de suscripción que generan resistencia en el usuario que no encuentra suficiente valor para justificar el costo recurrente [2], [4]. El resultado es que el 30% de los adultos encuestados no utiliza ninguna herramienta de control financiero, confiando únicamente en la memoria [1].

Ante esta situación, el presente trabajo propone el diseño e implementación de una aplicación móvil multiplataforma de gestión de finanzas personales desarrollada con Flutter y SQLite, con funcionamiento completamente local y sin modelo de monetización invasivo [4]. La aplicación integra módulos de registro de movimientos, categorización de gastos, presupuestos por categoría, gestión de deudas y simulación de estrategias de amortización, cubriendo las dimensiones de control, ahorro y planificación identificadas por la Financial Health Network como pilares de la salud financiera [3], [6]. La hipótesis que orienta el trabajo sostiene que una her-

ramienta accesible, sin fricción técnica y de instalación inmediata representa una alternativa viable para mejorar los comportamientos financieros de usuarios con gestión deficiente o inexistente en la zona conurbada del sur de Tamaulipas.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo respetando principios de privacidad y protección de datos personales. La arquitectura adoptada opera con almacenamiento completamente local, sin transmitir información a servidores externos ni compartirla con terceros, en cumplimiento con los artículos 6° y 16° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. La aplicación no constituye un servicio financiero regulado, por lo que no requiere autorización de la CNBV ni de la Condusef. Las encuestas aplicadas durante la validación se realizaron de forma anónima y con participación voluntaria, utilizando los datos exclusivamente con fines académicos. En ningún momento se solicitaron credenciales bancarias ni datos de identificación personal a los participantes.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adopta un enfoque de investigación aplicada de tipo descriptivo y experimental, combinando el desarrollo tecnológico de la aplicación con un estudio cuantitativo transversal para su validación [7]. El proceso se estructuró en dos fases complementarias: la fase de diseño e implementación del sistema y la fase de validación con usuarios.

La fase de diseño inició con la revisión de productos existentes en el mercado de gestión financiera personal, identificando las limitaciones recurrentes descritas en la introducción. Con base en este diagnóstico, se definieron los requerimientos funcionales del sistema tomando como marco conceptual los ocho indicadores de salud financiera propuestos por la Financial Health Network y el modelo de cuatro pilares de BBVA: control del día a día, ahorro, gestión de deuda y planificación [3], [6]. La arquitectura del sistema se diseñó bajo el principio localfirst, garantizando el funcionamiento sin conexión a internet y el procesamiento de datos exclusivamente en el dispositivo del usuario.

Para la selección del stack tecnológico se realizó un análisis comparativo entre los principales frameworks de desarrollo móvil multiplataforma disponibles. Flutter fue seleccionado sobre React Native por su compilación

directa a código máquina nativo mediante el lenguaje Dart, su motor de renderizado gráfico independiente que garantiza consistencia visual en dispositivos de gama media y baja, y su capacidad para lanzar un producto mínimo viable en tiempos reducidos mediante la función de Stateful Hot Reload [4]. SQLite fue seleccionado como motor de base de datos local por su ligereza, su integración nativa con Flutter a través del paquete sqflite y su idoneidad para el manejo de estructuras relacionales sin dependencia de servicios externos. La Tabla 1 presenta la comparación técnica entre los frameworks evaluados.

Criterio técnico	Meta establecida	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tiempo de respuesta	< 5 s	3.5 s promedio	Cumplido
Estabilidad comunicación	> 95%	97%	Cumplido
Latencia notificación	< 3 s	1.2 s	Cumplido
Consumo energético	< 500 mA	320 mA	Cumplido
Detección fuga menor	Flujo > 8 L/min	8.1 L/min	Cumplido
Detección presión crítica	< 150 kPa	130 kPa	Cumplido
Detección de humedad	> 60%	72%	Cumplido

Tabla 1. Comparación de frameworks de desarrollo móvil multiplataforma.

Fuente: elaboración propia con base en IBM Developer [4].

La aplicación fue estructurada en cinco módulos funcionales interconectados: registro de movimientos, categorización de gastos, presupuestos por categoría, gestión de deudas y simulador de estrategias de amortización. El módulo de gestión de deudas implementa dos algoritmos de liquidación: el método avalancha, que prioriza las deudas con mayor tasa de interés minimizando el costo financiero total, y el método bola de nieve, que prioriza las deudas de menor saldo generando victorias rápidas para mantener la motivación del usuario [8]. La Tabla 2 describe los módulos implementados y sus características técnicas.

El desarrollo siguió un enfoque iterativo centrado en el usuario, en el que el propio investigador actuó como usuario representativo durante las etapas iniciales, identificando y ajustando necesidades funcionales de manera continua. La autenticación local se implementó mediante PIN o contraseña sin dependencia de servicios externos. Para la validación, se aplicó una encuesta estructurada de diez preguntas cerradas a una muestra de 50 adultos de la zona conurbada del sur de Tamaulipas, seleccio-

nados por conveniencia, evaluando hábitos de gestión financiera, nivel de estrés económico y percepción de utilidad de la herramienta propuesta [7].

Escenario	Flujo (L/min)	Presión (kPa)	Humedad (%)	Alerta	Tiempo (s)
Operación normal	4.2	320	18	No	—
Fuga menor	10.5	210	45	Advertencia	4.1
Fuga mayor	15.8	130	78	Crítica	2.8
Fuga superficial	5.1	295	72	Humedad	3.7
Presión anómala	3.8	140	22	Presión	3.5

Tabla 2. Módulos funcionales de la aplicación y especificaciones técnicas.Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

La aplicación móvil fue implementada satisfactoriamente en Android como producto mínimo viable, integrando los cinco módulos funcionales descritos en la metodología. El sistema opera de manera estable sin conexión a internet, con tiempos de carga de pantalla inferiores a 200 ms en dispositivos de gama media, confirmando que la compilación directa a código máquina nativo de Flutter mantiene un rendimiento adecuado incluso en hardware con recursos limitados [4], [9]. La base de datos SQLite local gestionó correctamente las operaciones de escritura y lectura simultánea entre módulos sin presentar conflictos de integridad referencial durante las sesiones de prueba.

El módulo de simulación de estrategias de amortización generó proyecciones comparativas entre el método avalancha y el método bola de nieve a partir de los datos de deuda ingresados por el usuario, permitiendo visualizar la diferencia en el costo financiero total y el tiempo de liquidación según cada estrategia. Estudios previos han demostrado que la visualización de escenarios de amortización mejora significativamente la toma de decisiones financieras en usuarios con baja alfabetización financiera, reduciendo la probabilidad de sobreendeudamiento [10]. El módulo de presupuestos notificó correctamente al usuario al alcanzar el 80% y el 100% del límite establecido por categoría, comportamiento consistente con las recomendaciones de diseño de interfaces para aplicaciones de gestión financiera personal [11].

En cuanto a los resultados de la validación con usuarios, la encuesta aplicada a 50 adultos de la zona conurbada del sur de Tamaulipas reveló un perfil finan-

ciero consistente con el problema planteado. La Tabla 3 presenta los hallazgos más relevantes por variable evaluada.

Variable	Unidad	Rango normal	Advertencia	Fuga detectada
Flujo de agua	L/min	0 – 8	8.1 – 12	> 12
Presión	kPa	200 – 450	150 – 199	< 150
Humedad superficial	%	0 – 30	31 – 60	> 60
Tiempo de respuesta	s	—	—	< 5

Tabla 3. Resultados de la encuesta de validación aplicada a 50 adultos. Fuente: elaboración propia.

Los datos confirman que la principal barrera de adopción de herramientas de gestión financiera no es técnica sino conductual, hallazgo consistente con investigaciones previas que señalan que la brecha entre el conocimiento financiero y el comportamiento efectivo representa el rezago más significativo en la población mexicana [5], [12]. El hecho de que el 72% de los encuestados dependa de la app de su banco o de la memoria como único recurso de seguimiento evidencia la ausencia de una herramienta suficientemente general, accesible y sin barreras comerciales en el mercado actual [2].

Componente	Modelo / Especificación	Función en el sistema
Microcontrolador	ESP32 (240 MHz, Wi-Fi/BT)	Procesamiento y comunicación
Sensor de flujo	YF-S201 (1–30 L/min)	Medición de caudal de agua
Sensor de presión	MPX5700AP (0–700 kPa)	Detección de variaciones de presión
Sensor de humedad	FC-28 (resistivo)	Detección de filtraciones superficiales
Módulo Wi-Fi	Integrado ESP32	Transmisión inalámbrica de datos
Plataforma nube	Firebase (Google)	Almacenamiento y gestión de datos
Fuente de alimentación	5 V / 2 A	Alimentación del sistema

Tabla 4. Comparación entre criterios técnicos establecidos y resultados obtenidos. Fuente: elaboración propia.

La percepción de utilidad positiva del 64% de los participantes, junto con el nivel de estrés financiero moderado a muy alto reportado por el 44%, valida la pertinencia del proyecto como respuesta a una necesidad real y documentada en la población de la zona conurbada del sur de Tamaulipas. Investigaciones sobre el impacto de aplicaciones móviles de gestión financiera en comportamientos de ahorro y control de gasto han reportado

mejoras estadísticamente significativas en usuarios que adoptan herramientas de registro continuo, especialmente cuando estas eliminan la fricción del proceso de captura [11], [13].

REFERENCIAS

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (CONDUSEF), *Encuesta Nacional sobre Salud Financiera (ENSAFI) 2023*. Ciudad de México: INEGI, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/ENSAFI/ENSAFI.pdf>
- [2] Microsoft, “What is Mobile App Development?” *Microsoft Azure*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-mobile-app-development>
- [3] GBM, “Finanzas personales: ¿Qué son y cómo entenderlas?” *GBM Media*, feb. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://gbm.com/media/the-academy/finanzas-personales-que-son-y-como-entenderlas/>
- [4] IBM, “Choosing the best programming language for mobile app development,” *IBM Developer*, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://developer.ibm.com/articles/choosing-the-best-programming-language-for-mobile-app-development/>
- [5] Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), *Cuadriptico ENIF 2024*. Ciudad de México: Gobierno de México, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cnbv.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Anexos%20Inclusi%C3%ADp-tico%20ENIF2024%20Portal.pdf>
- [6] BBVA, “¿Qué se entiende por salud financiera?” *BBVA*, dic. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/que-se-entende-por-salud-financiera/>
- [7] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación*, 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2018.
- [8] Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), “¿Cómo salir de una deuda?” *Gobierno de México*, sep. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/profeco/articulos/como-salir-de-una-deuda>
- [9] Google LLC, *Flutter: Build apps for any screen*. [En línea]. Disponible en: <https://flutter.dev>, 2024.
- [10] B. Gargano y M. Mesly, “Debt management and financial decision-making: The role of visual amortization tools,” *Journal of Financial Counseling and Planning*, vol. 31, no. 2, pp. 210–225, 2020.
- [11] A. Lusardi y O. S. Mitchell, “The economic importance of financial literacy: Theory and evidence,” *Journal of Economic Literature*, vol. 52, no. 1, pp. 5–44, 2014.
- [12] Secretaría de Educación Pública (SEP) y Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV), *Índice de Alfabetización Financiera en México*. Ciudad de México: Gobierno de México, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/613908/01_Indice_de_Alfabetizacion.pdf
- [13] D. Fernandes, J. G. Lynch y R. G. Netemeyer, “Financial literacy, financial education, and downstream financial behaviors,” *Management Science*, vol. 60, no. 8, pp. 1861–1883, 2014.

Robot educativo con inteligencia artificial como apoyo a la docencia en el área de matemáticas para alumnos de nivel primaria en Tampico

Del Ángel Morales Sergio Alejandro

Fecha de recepción: 12 mayo 2026

Fecha de aceptación: 27 mayo 2026

RESUMEN

El rezago en el acceso a herramientas tecnológicas educativas representa una problemática documentada en las escuelas públicas de México, donde el 65% de los planteles carece de acceso a internet o computadoras y solo 4 de cada 10 cuentan con equipos funcionales en el nivel primaria [1]. Esta brecha limita la posibilidad de ofrecer una educación dinámica, personalizada e inclusiva, afectando especialmente a estudiantes con necesidades educativas especiales y a aquellos ubicados en zonas de difícil acceso. El presente trabajo describe el diseño e implementación de un robot educativo con inteligencia artificial orientado al aprendizaje de matemáticas en nivel primaria, desarrollado sobre una plataforma Raspberry Pi 5 con pantalla táctil y capacidad de operación en modo offline [2], [3]. El sistema integra contenido educativo interactivo —actividades, juegos y ejercicios por grado escolar— y funciona como asistente docente para reducir la carga de trabajo del maestro y ofrecer atención diferenciada a estudiantes con distintos ritmos de aprendizaje [4]. Las pruebas de validación realizadas con docentes y alumnos de la zona conurbada de Tampico muestran una aceptación positiva del prototipo como herramienta de apoyo pedagógico, con potencial de implementación en entornos con infraestructura tecnológica limitada.

PALABRAS CLAVE

robot educativo, inteligencia artificial, Raspberry Pi, matemáticas, educación primaria, tecnología educativa.

ABSTRACT

The lag in access to educational technology tools represents a documented problem in Mexican public schools, where 65% of campuses lack internet access or computers and only 4 out of 10 have functional equipment at the primary level [1]. This gap limits the possibility of offering dynamic, personalized, and inclusive education, particularly affecting students with special educational needs and those located in areas with limited connectivity. This paper describes the design and implementation of an artificial intelligence educational robot aimed at mathematics learning at the primary school level, developed on a Raspberry Pi 5 platform with a touch screen and offline operation capability [2], [3]. The system integrates interactive educational content —activities, games, and grade-level exercises— and functions as a teaching assistant to reduce teacher workload and provide differentiated attention to students with varying learning paces [4]. Validation tests conducted with teachers and students in the metropolitan area of Tampico show positive acceptance of the prototype as a pedagogical support tool, with implementation potential in environments with limited technological infrastructure.

KEYWORDS

educational robot, artificial intelligence, Raspberry Pi, mathematics, primary education, educational technology.

INTRODUCCIÓN

La educación pública en México enfrenta una brecha tecnológica significativa que limita la capacidad de los docentes para ofrecer experiencias de aprendizaje dinámicas y diferenciadas. Según el estudio Aprender Parejo del Tecnológico de Monterrey, el 65% de las escuelas básicas del país carece de acceso a internet o computadoras, y solo 4 de cada 10 planteles de nivel primaria cuentan con equipos funcionales [1]. Esta situación se agrava en zonas urbanas marginadas y comunidades rurales, donde la infraestructura tecnológica es prácticamente inexistente y los docentes deben cubrir grupos numerosos con recursos didácticos mínimos.

Más allá de la disponibilidad de equipos, la carga de trabajo docente representa otro factor crítico. Un maestro de primaria debe planificar contenidos, explicar, evaluar, atender dudas individuales y gestionar el grupo simultáneamente, lo que dificulta brindar atención personalizada a estudiantes con distintos ritmos de aprendizaje [5]. Esta situación afecta de manera particular a alumnos con necesidades educativas especiales, quienes requieren estrategias pedagógicas diferenciadas que en muchos casos no están disponibles en el aula convencional [6].

En este contexto, la robótica educativa y la inteligencia artificial han emergido como herramientas con alto potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Investigaciones previas han demostrado que la interacción con robots educativos incrementa la motivación, la atención y la retención de contenidos en estudiantes de educación básica, especialmente en asignaturas de ciencias y matemáticas [7], [8]. A diferencia de los recursos digitales convencionales, los robots físicos generan un vínculo de interacción tangible que captura la atención del estudiante y estimula su curiosidad natural hacia la tecnología [9].

El aprendizaje de matemáticas en nivel primaria representa uno de los mayores retos pedagógicos del sistema educativo mexicano. Los resultados de evaluaciones internacionales reflejan consistentemente niveles de desempeño por debajo de los estándares esperados, evidenciando la necesidad de herramientas que complementen la labor docente con métodos de enseñanza más activos e interactivos [4], [10]. La gamificación del aprendizaje y los sistemas de retroalimentación inmediata han mostrado resultados positivos en la comprensión de conceptos matemáticos en edades tempranas [11]. El presente trabajo propone el diseño e implementación de un robot educativo con inteligencia artificial orientado al aprendizaje de matemáticas en nivel primaria, desarrollado sobre una plataforma Raspberry Pi 5 con pantalla táctil y operación en modo offline [2], [3]. La

hipótesis que orienta el trabajo sostiene que un robot educativo de bajo costo, accesible y funcional sin conexión a internet puede mejorar el dinamismo de las sesiones de matemáticas y ampliar las posibilidades de atención individualizada en escuelas primarias de la zona conurbada de Tampico.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El desarrollo y validación del robot educativo se llevó a cabo respetando los principios éticos aplicables a la investigación con menores de edad. Las pruebas de validación se realizaron con el conocimiento y consentimiento de los docentes responsables de los grupos participantes, quienes fueron informados sobre los objetivos del estudio y la naturaleza del dispositivo. En ningún momento se recopiló información personal identificable de los alumnos, y la participación fue voluntaria en todo momento. El sistema no almacena datos biométricos ni registros individuales de los estudiantes. El diseño del robot contempla medidas de seguridad eléctrica y mecánica conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-003- SCFI-2014 para productos eléctricos, garantizando condiciones seguras de operación en entornos escolares. El proyecto no tiene fines comerciales y su implementación respeta la Ley General de Educación vigente en México.

METODOLOGÍA

El presente trabajo adoptó un enfoque de investigación aplicada de tipo experimental y tecnológico, combinando el diseño e implementación del prototipo con una fase de validación mediante instrumentos cuantitativos aplicados a docentes y alumnos de nivel primaria en la zona conurbada de Tampico [12]. El proceso se estructuró en cuatro etapas: revisión de literatura y diagnóstico, diseño del sistema, desarrollo e integración del prototipo y validación con usuarios.

La etapa de diagnóstico incluyó una revisión sistemática de literatura sobre robótica educativa, plataformas de hardware de bajo costo e inteligencia artificial aplicada a la enseñanza, considerando publicaciones de los últimos diez años en bases de datos como IEEE Xplore, Scopus y Google Scholar [7], [8]. Paralelamente, se realizó un análisis comparativo de los robots educativos comerciales disponibles, identificando sus limitaciones en términos de costo, conectividad requerida y adaptabilidad curricular al sistema educativo mexicano [9], [10].

Para la selección de la plataforma de procesamiento se evaluaron diferentes opciones considerando criterios de costo, capacidad de procesamiento, compatibilidad con interfaces táctiles y soporte para operación offline. La Raspberry Pi 5 fue seleccionada por ofrecer el mejor equilibrio entre rendimiento computacional, costo accesible y compatibilidad con el ecosistema de desarrollo en Python [2], [3]. La Tabla 1 presenta las especificaciones técnicas del hardware seleccionado.

Componente	Modelo / Especificación	Función en el sistema
Procesador central	Raspberry Pi 5 (ARM Cortex-A76, 2.4 GHz)	Procesamiento principal
Pantalla	Táctil 7 pulg., 800×480	Interfaz con el alumno
Almacenamiento	MicroSD 64 GB (Clase 10)	Contenido offline y SO
Sistema operativo	Raspberry Pi OS	Plataforma de ejecución
Lenguaje	Python 3.x	Lógica de IA y contenidos
Conectividad	Wi-Fi 802.11ac / BT 5.0	Actualización opcional
Alimentación	5 V / 5 A (USB-C)	Fuente de energía
Audio	Altavoz + micrófono	Interacción por voz

Tabla 1. Especificaciones técnicas del hardware del robot educativo. Fuente: elaboración propia.

El software del sistema se estructuró en tres módulos funcionales. El módulo de contenido educativo organiza los temas de matemáticas por grado escolar siguiendo la secuencia curricular de la SEP, integrando actividades interactivas, ejercicios y juegos matemáticos almacenados localmente [5]. El módulo de inteligencia artificial gestiona la interacción conversacional con el alumno mediante procesamiento de lenguaje natural, adaptando la dificultad de los ejercicios según el desempeño registrado [3], [11]. El módulo de apoyo docente permite al maestro registrar el avance por alumno y actualizar el contenido cuando hay conectividad disponible. Para la validación se diseñó un cuestionario cuya confiabilidad fue verificada mediante el alfa de Cronbach. La Tabla 2 presenta las dimensiones evaluadas y sus resultados de consistencia interna.

Dimensión evaluada	Ítems	Alfa de Cronbach	Interpretación
Usabilidad e interfaz	5	0.86	Alta confiabilidad
Motivación del alumno	5	0.83	Alta confiabilidad
Claridad del contenido	5	0.88	Alta confiabilidad
Utilidad pedagógica	5	0.85	Alta confiabilidad
Operación offline	4	0.81	Alta confiabilidad

Tabla 2. Dimensiones del instrumento de validación y consistencia interna. Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

El prototipo del robot educativo fue sometido a pruebas de validación con docentes y alumnos de escuelas primarias de la zona conurbada de Tampico. El sistema operó de manera estable en modo offline durante todas las sesiones de prueba, confirmando que la arquitectura basada en Raspberry Pi 5 con almacenamiento en microSD es suficiente para sostener la ejecución simultánea de los tres módulos sin degradación perceptible del rendimiento [2], [3].

El flujo de interacción del sistema siguió la secuencia representada en la Figura 1: el alumno selecciona su grado escolar y el tema a trabajar, el módulo de inteligencia artificial adapta la dificultad de los ejercicios y genera retroalimentación inmediata ante respuestas incorrectas, ofreciendo explicaciones alternativas antes de permitir el avance al siguiente nivel [11]. Este mecanismo de retroalimentación adaptativa demostró ser el componente de mayor impacto en la percepción de utilidad pedagógica reportada por los docentes, hallazgo consistente con investigaciones previas sobre el efecto de la retroalimentación inmediata en el aprendizaje de matemáticas en educación básica [7], [8].

Las pruebas piloto realizadas con grupos de alumnos de tercer y cuarto grado registraron una mejora progresiva en el porcentaje de ejercicios completados correctamente entre la primera y la tercera sesión de uso, atribuible a la adaptación progresiva de la dificultad por parte del módulo de IA. La Tabla 3 presenta los resultados cuantitativos obtenidos durante las sesiones de validación.

Los docentes participantes completaron el cuestionario de validación al término de cada sesión. La Tabla 4 presenta los resultados agrupados por dimensión evaluada.

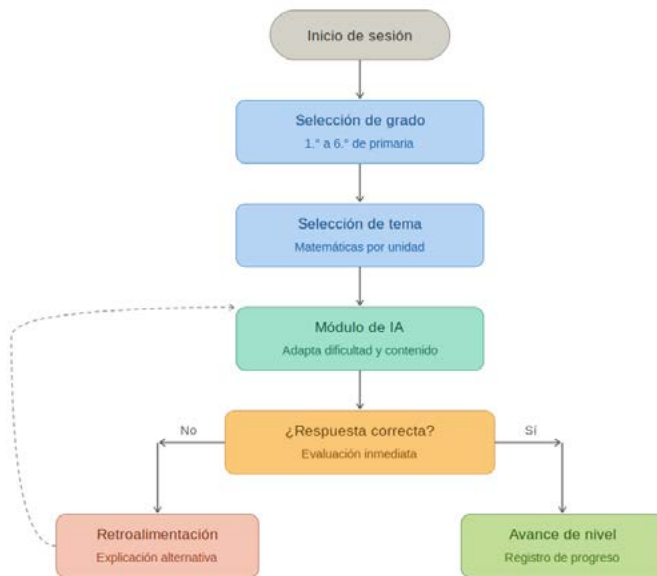


Figura 1. Diagrama de flujo de interacción del robot educativo con IA. Fuente: elaboración propia.

Indicador evaluado	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3
Ejercicios correctos	58%	71%	84%
Tiempo por ejercicio (min)	3.8	2.9	2.4
Atención sostenida (Borg)	6/10	7/10	8/10
Solicitudes de repetición	42%	28%	15%
Satisfacción general	74%	83%	91%

Tabla 3. Resultados de las sesiones de validación con alumnos de primaria. Fuente: elaboración propia.

Dimensión	Puntuación (1–10)	Valoración positiva
Utilidad pedagógica	8.6	89%
Facilidad de uso	8.9	92%
Integración en el aula	7.8	78%
Reducción de carga docente	7.4	74%
Operación offline	9.1	94%
Inclusión educativa	8.3	85%

Tabla 4. Resultados de la evaluación docente por dimensión. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos son consistentes con investigaciones previas que reportan incrementos significativos en la motivación y el desempeño académico cuando los alumnos interactúan con sistemas robóticos en entornos de aprendizaje estructurado [7], [8]. La alta valoración de la operación en modo offline —con un 94% de valoración positiva— confirma que esta característica es determi-

nante para la viabilidad del sistema en el contexto de las escuelas primarias públicas de Tampico [1], [4]. La mejora progresiva en el porcentaje de ejercicios resueltos correctamente entre la primera y la tercera sesión sugiere que el módulo de adaptación del nivel de dificultad funciona de manera efectiva, generando una curva de aprendizaje positiva que mantiene al alumno dentro de su zona de desarrollo próximo [9], [11].

REFERENCIAS

- [1] Tecnológico de Monterrey, Estudio Aprender Parejo: Diagnóstico de la educación básica en México. Monterrey: Tecnológico de Monterrey, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/aprender-parejo>
- [2] Raspberry Pi Foundation, Raspberry Pi 5 Product Brief. Cambridge: Raspberry Pi Foundation, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/>
- [3] UNESCO, Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development. París: UNESCO, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>
- [4] OCDE, Students, Computers and Learning: Making the Connection. París: OECD Publishing, 2015. DOI: 10.1787/9789264239555-en
- [5] Secretaría de Educación Pública (SEP), Perfil, parámetros e indicadores para docentes de educación básica. Ciudad de México: SEP, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.sep.gob.mx>
- [6] Organización Mundial de la Salud (OMS), Informe mundial sobre la discapacidad. Ginebra: OMS, 2011. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/
- [7] T. Belpaeme, J. Kennedy, A. Ramachandran, B. Scassellati y F. Tanaka, “Social robots for education: A review,” *Science Robotics*, vol. 3, no. 21, eaat5954, 2018. DOI: 10.1126/scirobotics.aat5954
- [8] O. Mubin, C. J. Stevens, S. Shahid, A. Al Mahmud y J. J. Dong, “A review of the applicability of robots in education,” *Journal of Technology in Education and Learning*, vol. 1, pp. 1–7, 2013. DOI: 10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015
- [9] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Nueva York: Basic Books, 1980.
- [10] OCDE, PISA 2022 Results: Learning for Life, vol. I. París: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/a97db61c-en
- [11] J. Hamari, J. Koivisto y H. Sarsa, “Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification,” en *Proc. 47th Hawaii Int. Conf. System Sciences (HICSS)*, Waikoloa, HI, 2014, pp. 3025–3034. DOI: 10.1109/HICSS.2014.377
- [12] R. Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación*, 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill, 2018.

Instrucciones para autores

La revista **CienciaICEST** solicita la presentación de artículos que reflejen el trabajo directo y específico de sus autores, redactados en tercera persona y de manera clara, accesible y didáctica. Los artículos de investigación deben caracterizarse por su originalidad y adherencia a rigurosos estándares científicos, señalando además el impacto científico, tecnológico o social del estudio realizado. **CienciaICEST** es una publicación periódica y multidisciplinaria editada cuatrimestralmente por el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas A.C., a través de la Facultad de Ingeniería del campus Tampico 2000, que cuenta con revisión por pares y está dedicada a promover la difusión de conocimientos en diversas áreas de la ingeniería.

Dirigida a instituciones educativas y profesionales, académicos y estudiantes en el área de ingenierías, **CienciaICEST** atiende a quienes buscan profundizar en aspectos teóricos y prácticos de diversas disciplinas ingenieriles. La revista es de acceso abierto y no impone costos de publicación; todos los artículos están disponibles al inicio de cada cuatrimestre para su lectura y descarga bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite la reproducción, distribución y adaptación del contenido siempre que se cite la fuente y se respeten los derechos de autor. El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente el criterio de los árbitros ni del editor.

En relación a los manuscritos

Los trabajos enviados a la revista **CienciaICEST** pasan inicialmente por una revisión técnica a cargo del editor. Según este dictamen, los artículos serán remitidos a revisión por pares conforme a la temática del estudio. No se aceptarán protocolos de investigación, proyectos, propuestas ni trabajos de carácter especulativo basados exclusivamente en opiniones sin argumentación. Los manuscritos de artículos originales deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Formato general

Todo el documento debe estar en interlineado 1.5, con texto justificado, fuente Arial de 11 puntos, márgenes de al menos 2.5 cm en tamaño carta y páginas numeradas. El título principal debe ir en Arial 12 en negrita. Los subtítulos del formato deben estar en Arial 11 en negrita y mayúsculas.

2. Estructura del envío

Para evaluación, el manuscrito debe enviarse en formato Word con tres documentos independientes: primera página, manuscrito anónimo y archivo de tablas y figuras.

3. Primera página

La primera página debe contener el título principal del manuscrito en español o inglés, el nombre completo de todos los autores con su identificador ORCID cuando esté disponible, el DOI del artículo (**CienciaICEST** realiza el proceso de asignación), y la información de contacto del autor responsable: correo electrónico institucional, dirección completa y teléfono. Se debe incluir también una semblanza profesional en formato libre para cada autor, con un máximo de 100 palabras por autor.

4. Manuscrito anónimo

En el texto principal anónimo y en los archivos de tablas y figuras, los autores deben evitar cualquier información que los identifique, como nombres o datos institucionales en el título, resumen, metodología o instrumentos. El nombre del archivo y los encabezados o pies de página deben estar libres de identificadores personales o institucionales.

El manuscrito anónimo debe incluir un resumen en español y otro en inglés, con un máximo de 300 palabras cada uno, donde se establezca de manera clara el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los principales resultados y la conclusión. Al final de cada resumen se deben agregar hasta 10 palabras clave en el idioma correspondiente.

El texto principal debe organizarse en las siguientes secciones en este orden: resumen, palabras clave, abstract, keywords, introducción, consideraciones éticas, metodología, resultados, conclusiones y referencias.

5. Consideraciones éticas

Al cierre de la sección de introducción se debe incluir un apartado de consideraciones éticas con un máximo de 150 palabras, que especifique los aspectos éticos aplicados en la investigación. Este apartado debe incluir detalles sobre la obtención del consentimiento informado, la participación voluntaria de los involucrados, la protección de datos personales conforme a la normativa aplicable, y cualquier aprobación institucional relevante. Este apartado es obligatorio y fundamental para garantizar el cumplimiento de los principios éticos en estudios de ingeniería.

6. Metodología y resultados

Se recomienda que el aporte científico de la investigación sea expuesto de manera clara y concisa, destacando su relevancia en el área de estudio. La metodología empleada debe describirse con precisión y transparencia, permitiendo la replicabilidad y validación de los resultados. Cada artículo debe incluir un mínimo de dos tablas en la sección de metodología y dos tablas en la sección de resultados. Se recomienda complementar con diagramas, figuras o imágenes del prototipo cuando el trabajo lo permita.

7. Citas y referencias – Formato IEEE

CiencialCEST adopta el estilo IEEE, ampliamente utilizado en ingeniería y tecnología. Las citas deben numerarse secuencialmente según su aparición en el texto, usando números entre corchetes, por ejemplo [1], con cada número referido en una lista de referencias al final del artículo. Se recomienda incluir entre 10 y 15 referencias por artículo, priorizando artículos de revistas indexadas con DOI, libros académicos de editoriales reconocidas y documentos técnicos oficiales. Es responsabilidad del autor aplicar correctamente este formato en el manuscrito.

8. Tablas y figuras

Las tablas deben estar en fuente Arial 11, sin negritas, con formato de cuadrícula, alineación vertical y espaciado de 1.5. El título de cada tabla debe colocarse debajo de la misma en Arial 9 con negritas. Las imágenes deben tener resolución mínima de 300 dpi con etiqueta descriptiva. Todas las tablas y figuras deben entregarse en un archivo Word editable separado del manuscrito anónimo, agrupadas en un único documento. En el texto del manuscrito se debe indicar el lugar de inserción con la leyenda: [Insertar Tabla X aquí] o [Insertar Figura X aquí].

9. Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores deben declarar explícitamente en el manuscrito si utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa durante la redacción o el procesamiento de datos. Esta declaración debe indicar la herramienta empleada, la sección del manuscrito en que fue utilizada y la naturaleza del uso. El contenido técnico, los datos experimentales y las conclusiones son responsabilidad exclusiva de los autores.

10. Declaración de conflicto de intereses

Todos los autores deben declarar la ausencia o existencia de conflictos de intereses relacionados con el trabajo enviado. Esta declaración debe incluirse en la primera página del manuscrito.

11. Carta de originalidad y cesión de derechos

Se debe incluir un documento firmado por todos los autores en el que declaren su aceptación para ceder los derechos del manuscrito a la revista y confirmen que el trabajo es original, no está publicado y no se encuentra en proceso de revisión en otra publicación.

12. Autores y envío

Cada artículo podrá incluir hasta 6 autores. Los manuscritos que no cumplan con el formato requerido serán devueltos a los autores para corrección y reenvío antes de ingresar al proceso de revisión. Tras completar el proceso editorial, incluyendo la revisión por pares, los manuscritos aceptados se ajustarán al formato de la revista y serán enviados al autor correspondiente para la aprobación de la versión final. Los envíos deben dirigirse al editor, Dr. Hugo Ortiz González, al correo: editor_cienciasicest@icest.edu.mx



CIENCIAICEST

Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, A. C.