

DetECCIÓN TEMPRANA DE CRISIS EPILEPTICAS Y ASISTENCIA OPORTUNA MEDIANTE UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE Y DISPOSITIVOS WEARABLES DE BAJO COSTO

Early detection of epileptic seizures and timely assistance through an intelligent solution and low-cost wearable devices

Alex Enrique Jiménez-Samudio¹, Richard Orlando Esquivel-
Martínez², Yuraisma Moreno³, Juan Jose Saldana-Barrios⁴

Jiménez-Samudio, A.E; Esquivel-Martínez, R.O; Moreno, Y;
Saldana-Barrios, J.J. Detección temprana de crisis epilepti-
cas y asistencia oportuna mediante una solución inteligente y
dispositivos wearables de bajo costo. *Tecnología en Marcha*.
Vol. 39 N° especial. Junio, 2026. VIII Congreso Internacio-
nal en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software, Salud
Electrónica y Móvil (AmITIC). Pág. 44-49.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v39i7.8738>

- 1 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá
 alex.jimenez@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0005-2189-3682>
- 2 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá
 richard.esquivel@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0009-0006-1781-6948>
- 3 Grupo de Investigación en Ingeniería de Software Aplicada. Universidad tecnológica de Panamá. David, Panama.
 yuraisma.moreno@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0002-5478-4539>
- 4 Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales. Universidad Tecnológica de Panamá. David, Panamá.
 juan.saldana@utp.ac.pa
 <https://orcid.org/0000-0001-8119-4000>



Palabras clave

Aplicaciones móviles; asistencia remota; detección temprana; dispositivos wearables; epilepsia.

Resumen

La epilepsia es una enfermedad neurológica que afecta a más de 60,000 personas en Panamá, según el Ministerio de Salud, con una prevalencia de 57 casos por cada 1,000 habitantes, una de las más altas en Latinoamérica. Este trastorno representa un reto importante de salud pública, especialmente en la infancia, con cerca de 3,000 consultas anuales en el Hospital del Niño Dr. José Renán Esquivel. Este proyecto modela y desarrolla una solución tecnológica inteligente y dispositivos wearables con sensores integrados, diseñada para detectar posibles patrones asociados a crisis epilépticas, enviar alertas en tiempo real y registrar eventos críticos para el seguimiento clínico personalizado, continuo y detallado. Esta herramienta combina tecnología de monitoreo continuo con algoritmos de análisis de datos que permiten identificar variaciones fisiológicas asociadas a una crisis epiléptica, como cambios en la frecuencia cardíaca, oxigenación en sangre y movimientos anormales del cuerpo. La solución está dirigida a pacientes con crisis epilépticas generalizadas y focales, frecuentes en la población pediátrica panameña, buscando mejorar la respuesta temprana de cuidadores en entornos con recursos limitados. Además, se espera que el registro automático de eventos facilite en gran medida el trabajo de los especialistas en neurología infantil al proporcionar información precisa, continua, accesible y ajustada para el tratamiento de cada paciente. Esta iniciativa tecnológica también busca fomentar la participación de los cuidadores, promover la educación sobre la epilepsia en las comunidades afectadas y facilitar una atención médica más oportuna y eficiente mediante la integración de datos en plataformas digitales seguras y adaptables al sistema de salud nacional.

Keywords

Mobile applications; remote assistance; early detection; wearable devices; epilepsy.

Abstract

Epilepsy is a neurological disease that affects more than 60,000 people in Panama, according to the Ministry of Health, with a prevalence of 57 cases per-1,000 inhabitants, one of the highest in Latin America. This disorder represents a major public health challenge, especially in childhood, with close to 3,000 annual consultations at the Dr. José Renán Esquivel Children's Hospital. In response, a smart technology solution and wearable devices with integrated sensors were developed, designed to detect possible patterns associated with epileptic seizures, send real-time alerts and record critical events for personalized, continuous and detailed clinical follow-up. This tool combines continuous monitoring technology with data analysis algorithms to identify physiological variations associated with an epileptic seizure, such as changes in heart rate, blood oxygenation and abnormal body movements. The solution is aimed at patients with generalized and focal epileptic seizures, which are frequent in the Panamanian pediatric population, seeking to improve the early response of caregivers in environments with limited resources. In addition, the automatic recording of events is expected to greatly facilitate the work of child neurology specialists by providing accurate, continuous, accessible and tailored information for the treatment of each patient. This technology initiative also seeks to encourage caregiver engagement, promote epilepsy education in affected communities, and facilitate more timely and efficient medical care by integrating data into secure digital platforms that are adaptable to the national healthcare system.

Introducción

La epilepsia representa una de las enfermedades neurológicas más frecuentes a nivel mundial, y aunque ha habido avances en medicina, sigue siendo un gran reto para aquellos que la sufren. Se estima que más de 50 millones de personas viven con esta condición a nivel global [1], y muchas de ellas enfrentan no solo los efectos físicos de las crisis, sino también barreras sociales, estigmas y limitaciones en su calidad de vida. Panamá no es la excepción: más de 60 mil panameños han sido diagnosticados con epilepsia, y la tasa de prevalencia es de 57 por cada 1,000 habitantes la cual está dentro de las más altas de Latinoamérica [2].

El uso de aplicaciones móviles y dispositivos portátiles ha tenido un impacto creciente en el seguimiento y control de enfermedades neurológicas y uno de los mayores problemas en el manejo de esta enfermedad es que muchas crisis no se detectan a tiempo, sobre todo fuera del hospital [3][4]. Los métodos tradicionales para hacer seguimiento, como los diarios escritos por los cuidadores o los propios pacientes, no siempre son confiable [5]. En muchos casos, los pacientes viven con el miedo constante de sufrir una crisis en momentos inoportunos o peligrosos. Esta situación genera ansiedad, aislamiento y, en algunos casos, hasta la muerte por crisis no atendidas a tiempo [1].

Con los avances de la tecnología, han surgido dispositivos portátiles que permiten monitorear el cuerpo en tiempo real. Estos sensores son capaces de detectar cambios en el ritmo cardíaco, en los movimientos y oxígeno en sangre que son señales típicas antes o durante una crisis [4] [5][6].

El objetivo general de este proyecto es modelar y desarrollar una solución tecnológica inteligente mediante dispositivos wearables que permita detectar tempranamente crisis epilépticas en pacientes pediátricos en Panamá, enviar alertas en tiempo real y registra información útil para el seguimiento clínico.

Marco teórico

La epilepsia no solo implica crisis médicas puntuales, sino que transforma la vida diaria de los pacientes y sus familias, generando miedo y limitaciones constantes [2]. Detectar crisis fuera del hospital es complejo: los registros manuales suelen ser incompletos o inexactos, y muchas crisis, especialmente nocturnas o en soledad, pasan desapercibidas. Por ello, la automatización del monitoreo aporta datos objetivos que mejoran la atención médica. Autores e investigaciones como [2][4][5][6][7][8][9][10], presentan soluciones desarrolladas para la detección de la epilepsia usando dispositivos wearables.

Materiales y Métodos/Metodología

Se utilizó la metodología ágil Scrum, ampliamente usada en proyectos de salud digital. El trabajo se organizó en 6 sprints durante un período de seis meses. En cada sprint se seleccionaron tareas para avanzar en el diseño, desarrollo, pruebas y mejoras del sistema. Se utilizó Android Studio como entorno de desarrollo y Dart como lenguaje de programación principal. Para la gestión de datos se empleó MongoDB, y para se utilizó GitHub. Además, se implementaron frameworks y librerías como Flutter y NodeJS, y se integraron API's externas, entre ellas Google Maps API.

Resultados y discusión

En el frontend, la interfaz ofrece accesos diferenciados: los pacientes disponen de ayuda inmediata, contenido educativo y, si son adultos, historial de crisis; los cuidadores acceden a signos vitales, eventos recientes y ubicación durante una crisis, todo con navegación sencilla y notificaciones automáticas.

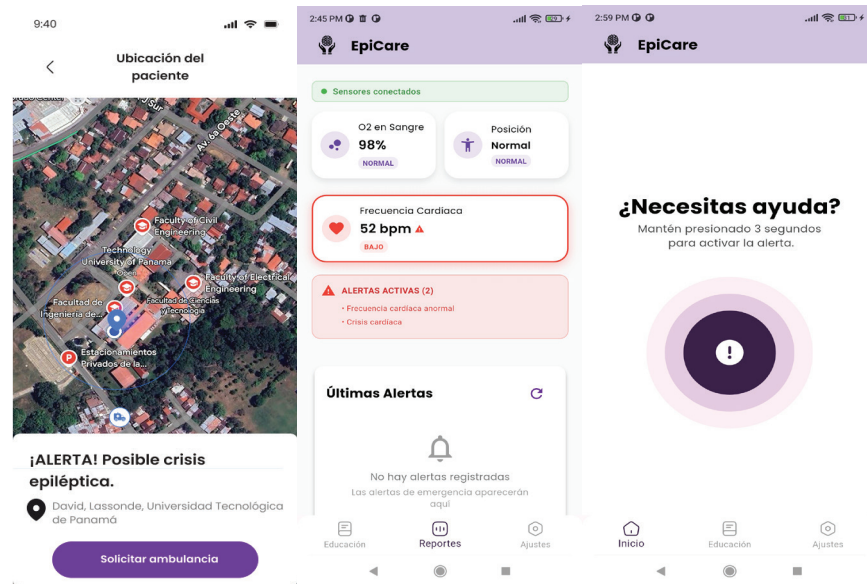


Figura 1. Interfaces de la aplicación.

En la figura 1 se muestra la pantalla del informe de los datos biométricos del paciente, el botón de ayuda, y la ubicación del mismo. En el backend incluye el análisis lógico de detección de crisis, basada en un conjunto de condiciones configurables que evalúan datos biométricos como la frecuencia cardíaca y la aceleración. Esta lógica determina cuándo un evento debe ser considerado crítico, y activa el flujo de alertas.

En la primera etapa del proyecto se simuló los datos clínicos del paciente. La aplicación cuenta con un sistema de autenticación y validación por roles: Paciente y Cuidador. El paciente podrá usar el botón de ayuda inmediata, mientras que el cuidador recibirá notificaciones de crisis, podrá visualizar la frecuencia cardíaca, la ubicación durante la crisis y el historial clínico, pero no tendrá acceso al botón de ayuda ni a la edición de configuraciones del paciente.

Resultados Generales

La aplicación logró cumplir con las funcionalidades planteadas: detectar posibles crisis epilépticas y notificar a los cuidadores en tiempo real. La estructura por roles funcionó correctamente, mostrando diferentes secciones y permisos según si el usuario se registró como paciente o como cuidador, lo que permitió una experiencia adaptada a cada necesidad. Con el objetivo de validar la capacidad del sistema para detectar crisis y enviar alertas oportunas se recopiló resultados de 50 pruebas realizadas con datos simulados.

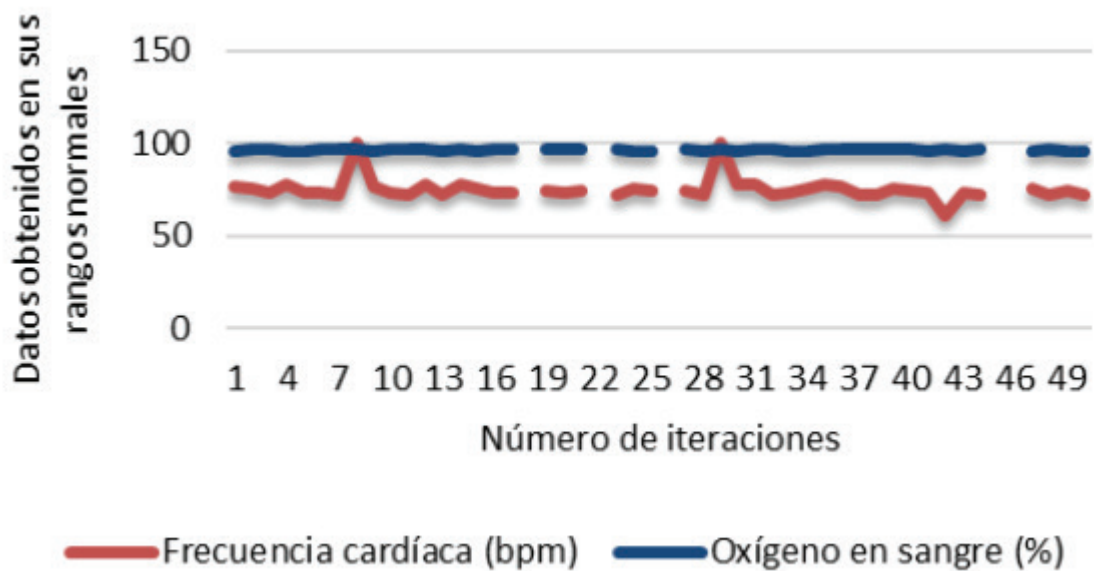


Figura 2. Efectividad de Captura de Datos: Datos disponibles vs. Fallas.

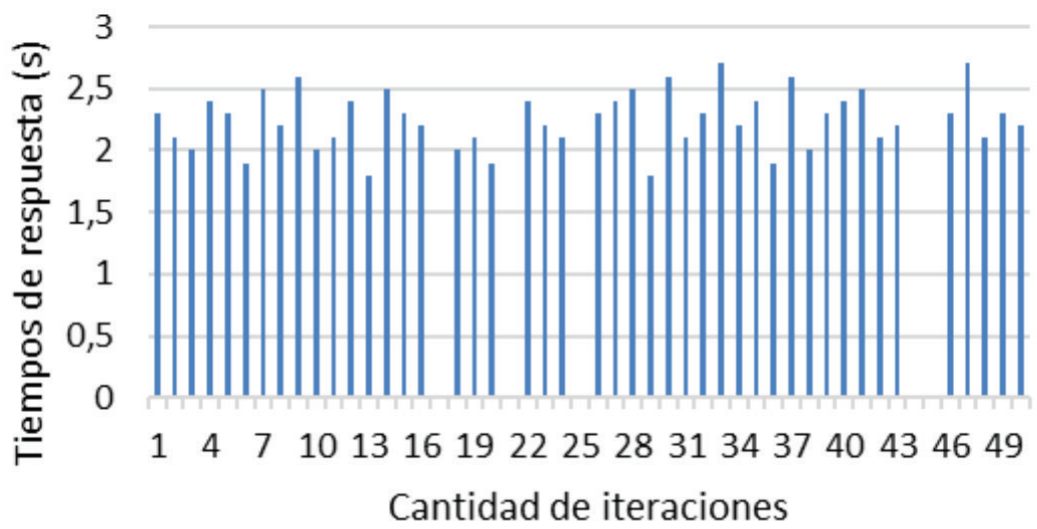


Figura 3. Tiempo transcurrido entre detección de alertas y activación de alerta.

La figura 2 evidencia que el sistema alcanzo un 90% en la captura de datos, mostrando efectividad en la captura de datos y la figura 3 el tiempo transcurrido entre la detección y la activación de alerta

De estas iteraciones, se identificaron 5 eventos con errores, ya sea por fallos en la lectura de los sensores o en la activación de la alerta correspondiente. El cálculo del porcentaje de error se realizó mediante la división de interacciones erróneas entre las interacciones totales.

Conclusiones

El proyecto propone una aplicación móvil con sensores básicos para asistir a pacientes con epilepsia durante una crisis, complementando al sistema de salud mediante la detección de patrones y emisión de alertas. Se destaca por su accesibilidad, adaptabilidad y seguridad por roles, aunque requiere validaciones clínicas, mayor precisión y, a futuro, la integración de inteligencia artificial, sensores certificados y pruebas en entornos reales.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de la estudiante Ericka Caballero y de los profesores Mariluz Díaz y Luis Ayala, de la carrera de Psicología de la UNACHI, quienes aportaron conocimientos y experiencias que permitieron comprender mejor el panorama de la epilepsia en el país y las necesidades de los pacientes y cuidadores, lo que facilitó la definición de los requisitos médicos y sociales del prototipo. Asimismo, se reconoce el apoyo del Sistema Nacional de Investigación (SNI) de la SENACYT-Panamá, del cual forma parte el Dr. Saldaña.

Referencias

- [1] S. K. Simblett, A. Biondi, E. Bruno, D. Ballard, A. Stoneman, S. Lees, M. P. Richardson, and T. Wykes, "Patients' experience of wearing multimodal sensor devices intended to detect epileptic seizures: A qualitative analysis," *Epilepsy and Behavior*, vol. 102, 2020, doi: 10.1016/j.yebeh.2019.106717.
- [2] "Epilepsia, luz al final del túnel," *La Estrella de Panamá*, 2022. Disponible en: <https://www.laestrella.com.pa/vida-y-cultura/salud/luz-final-epilepsia-LALE68519>
- [3] "Epilepsia en Panamá desde la Neuropsicología Educativa evaluación," *NeuropsychEdu*, 2023. Disponible en: <https://www.neuropsychedu.com/epilepsia-desde-la-neuropsicologia-en-panama-evaluacion-y-tratamiento>
- [4] B. Esmaeili, S. Vieluf, B. A. Dworetzky, and C. Reinsberger, "The Potential of Wearable Devices and Mobile Health Applications in the Evaluation and Treatment of Epilepsy," *Neurologic Clinics*, vol. 40, no. 4, pp. 729–739, 2022, doi: 10.1016/J.NCL.2022.03.005.
- [5] K. Vandecasteele, T. De Cooman, Y. Gu, E. Cleeren, K. Claes, W. Van Paesschen, S. Van Huffel, and B. Hunyadi, "Automated epileptic seizure detection based on wearable ECG and PPG in a hospital environment," *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 10, 2017, doi: 10.3390/s17102338.
- [6] Z. Lasefr, K. Elleithy, and S. Shiva, "Epilepsy Seizure Detection Using EEG Signals," 2017. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8249018>
- [7] J. Zhang, L. Swinnen, C. Chatzichristos, V. Broux, R. Proost, K. Jansen, B. Mahler, N. Zabler, N. Epitashvilli, M. Dümpelmann, A. Schulze-Bonhage, E. Schriewer, U. Ermis, S. Wolking, F. Linke, Y. Weber, M. Symmonds, A. Sen, A. Biondi, et al., "Multimodal wearable EEG, EMG and accelerometry measurements improve the accuracy of tonic-clonic seizure detection," *Physiological Measurement*, vol. 45, no. 6, 2024, doi: 10.1088/1361-6579/ad4e94.
- [8] J. Verdru and W. Van Paesschen, "Wearable seizure detection devices in refractory epilepsy," *Acta Neurologica Belgica*, vol. 120, no. 6, pp. 1271–1281, 2020, doi: 10.1007/S13760-020-01417-Z.
- [9] R. Zanetti, A. Aminifar, and D. Atienza, "Robust Epileptic Seizure Detection on Wearable Systems with Reduced False-Alarm Rate."
- [10] E. Paredes-Aragón and J. G. Burneo, "Artificial intelligence in the evaluation and management of patients with epilepsy," *Revista de Neuro-Psiquiatría*, vol. 85, no. 2, pp. 139–152, 2022, doi: 10.20453/rnp.v85i2.4231.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

Los autores declaramos que hemos utilizado una herramienta de inteligencia artificial *ChatGPT* para asistirnos en la redacción y revisión gramatical de este artículo. Esta herramienta nos ayudó a mejorar la estructura y la claridad del texto. Los contenidos generados por la IA fueron revisados minuciosamente por nosotros para asegurar su precisión y coherencia con el objetivo del estudio.