

Plataforma digital sobre muerte súbita cardiovascular: recursos y herramientas innovadoras.

Digital platform on sudden cardiovascular death: innovative resources and tools.

René Herrero Pacheco,¹ Annier Jesús Fajardo Quesada.²

¹ Residente R1 en Oftalmología. Hospital Clínico Quirúrgico General Carlos Manuel de Céspedes. Granma, Cuba. c1101zion@nauta.com.cu, <https://orcid.org/0000-0002-9450-1572>

² Estudiante de 6to año de Medicina. Universidad de Ciencias Médicas de Granma. Facultad de Ciencias Médicas de Bayamo. Granma, Cuba. annierfq01@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2071-3716>

Autor para correspondencia: Annier Jesús Fajardo Quesada annierfq01@gmail.com

RESUMEN

Introducción: la muerte súbita de causa cardiovascular representa un problema de salud global de alta prevalencia, superando a las enfermedades infecciosas y generando una necesidad creciente de acceso a información confiable. Objetivo: desarrollar un sitio web que sirva como una plataforma integral de recursos sobre la muerte súbita cardiovascular. Métodos: desarrolló una investigación de desarrollo e innovación tecnológica. El diseño del sitio web se implementó en un sistema operativo Ubuntu 14.04, utilizando herramientas como Microsoft Visual Studio Code y el navegador Chrome. El proceso de desarrollo se dividió en tres fases: búsqueda exhaustiva de información, selección de las herramientas de programación adecuadas y la creación de la aplicación. Se empleó principalmente JavaScript con su librería React y Tailwind CSS. Resultados: se creó un sitio web progresivo y adaptable con múltiples vistas: inicio, noticias, recursos digitales, contacto y una calculadora de índices. La sección de recursos digitales funciona como un repositorio de artículos relevantes sobre el tema. La calculadora de índices permite la carga de modelos de supervivencia preentrenados en Python, facilitando la determinación de la probabilidad de muerte cardiovascular. Conclusiones: el sitio web desarrollado constituye una herramienta poderosa y accesible para la comunidad interesada en la muerte súbita cardiovascular, al ofrecer recursos informativos y herramientas prácticas.

Palabras clave: Cardiopatía; Índice de supervivencia; Muerte súbita; Sitio web

ABSTRACT

Introduction: Sudden cardiovascular death represents a highly prevalent global health problem, surpassing infectious diseases and generating a growing need for access to reliable information. **Objective:** To develop a website that serves as a comprehensive resource platform on sudden cardiovascular death. **Methods:** A developmental and technologically innovative research project was conducted. The website design was implemented on an Ubuntu 14.04 operating system, using tools such as Microsoft Visual Studio Code and the Chrome browser. The development process was divided into three phases: exhaustive information search, selection of appropriate programming tools, and application creation. JavaScript with its React library and Tailwind CSS were primarily used. **Results:** A progressive and responsive website was created with multiple views: home, news, digital resources, contact, and an index calculator. The digital resources section functions as a repository of relevant articles on the topic. The index calculator allows the loading of pre-trained survival models in Python, facilitating the determination of the probability of cardiovascular death. **Conclusions:** The website developed constitutes a powerful and accessible tool for the community interested in sudden cardiovascular death, offering informative resources and practical tools.

Keywords: Heart disease; Survival rate; Sudden death; Website

INTRODUCCIÓN

La muerte súbita cardiovascular (MSC) es una de las causas principales de mortalidad prematura en el mundo, con variaciones geográficas importantes y una carga desproporcionada en países de ingresos bajos y medios. Las estimaciones recientes indican millones de muertes anuales asociadas a eventos cardíacos, por lo que la prevención primaria y secundaria sigue siendo una prioridad en salud pública. (1)

La complejidad de la MSC, que comprende etiologías isquémicas, arrítmicas, miocardiopatías y causas hereditarias, exige enfoques multidisciplinarios que integren epidemiología, diagnóstico por imágenes, genética, monitorización y educación comunitaria. Las guías y consensos actuales subrayan la necesidad de mejores herramientas para identificar poblaciones en riesgo y para diseminar información basada en evidencia. (2)

El avance de la salud digital (eHealth/mHealth) ofrece oportunidades para centralizar recursos, facilitar el acceso a guías, integrar calculadoras de riesgo y alojar modelos predictivos basados en inteligencia artificial o en modelos de supervivencia entrenados en Python u otros entornos. Estas plataformas pueden cerrar brechas de información en ámbitos clínicos y poblacionales, especialmente cuando se diseñan con accesibilidad y adaptabilidad en mente. (3)

Al mismo tiempo, el desarrollo tecnológico plantea retos: garantizar la validez clínica de los modelos integrados, proteger la privacidad de los datos, asegurar la actualización periódica de contenidos y validar la utilidad real para los usuarios clínicos y no clínicos. La literatura reciente llama a evaluar de manera rigurosa las intervenciones digitales antes de su adopción masiva. (4) Teniendo en cuenta lo anterior se desarrolla la presente investigación con el objetivo de desarrollar un sitio web que sirva como una plataforma integral de recursos sobre la muerte súbita cardiovascular.

MÉTODO

Se realizó una investigación de desarrollo e innovación tecnológica (estudio de ingeniería aplicada) para diseñar e implementar una plataforma web progresiva centrada en la muerte súbita cardiovascular. El proyecto siguió un ciclo iterativo de análisis, diseño, desarrollo, prueba y despliegue.

Fases del desarrollo

1. Búsqueda y selección bibliográfica: revisión exhaustiva de literatura científica, guías y recursos digitales sobre MSC, predicción de riesgo y herramientas digitales.
2. Arquitectura y selección tecnológica: elección de pila tecnológica basada en compatibilidad, rendimiento y facilidad de despliegue. Se optó por un front-end React con Tailwind CSS, componentes reusables y arquitectura PWA (Progressive Web App).
3. Implementación: desarrollo de vistas (Inicio, Noticias, Recursos digitales, Calculadora de índices, Contacto), repositorio documental y módulo para incorporar modelos de supervivencia en formato compatible con Python (por ejemplo, modelos exportados en formatos serializables como Pickle/ONNX con interfaz REST).
4. Pruebas y validación técnica: pruebas unitarias y de integración, pruebas de usabilidad básicas con usuarios simulados y verificación de carga de modelos y cálculo.

Herramientas y entorno

El desarrollo se llevó a cabo en Ubuntu 14.04 (según requisitos iniciales del proyecto), con Visual Studio Code como IDE y Google Chrome para pruebas. Se usaron bibliotecas JavaScript modernas, control de versiones (Git) y un backend ligero con endpoints REST para la ejecución de modelos preentrenados en servidor con entorno Python.

Consideraciones éticas y de seguridad

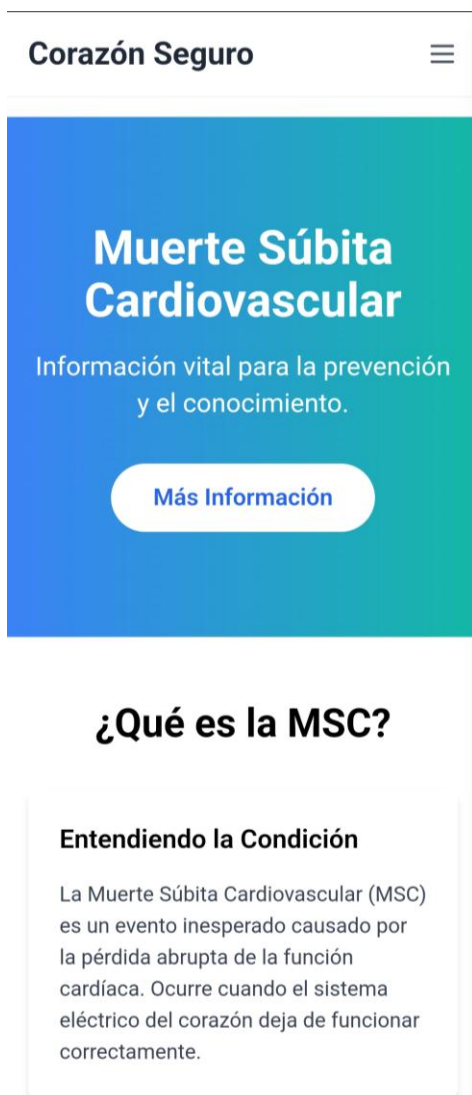
Se definieron directrices para no almacenar datos identificables por defecto. Los modelos y recursos se integraron para funcionar con datos agregados o con entradas anónimas; las implementaciones clínicas futuras requerirán aprobación ética y acuerdos de protección de datos.

RESULTADOS

Descripción general de la plataforma

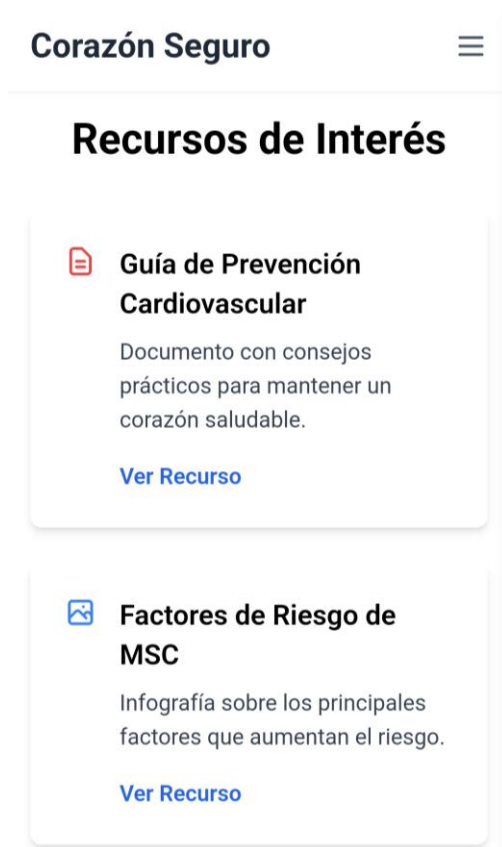
Se desarrolló una PWA (Progressive Web App) responsiva con navegación clara y cinco vistas principales: Inicio, Noticias, Recursos digitales, Calculadora de índices y Contacto. La interfaz móvil-first facilita el acceso desde dispositivos con banda ancha limitada. En la figura 1 se observa la pagina inicial, en la que se muestra información sobre el sitio y un resumen sobre su contenido.

Figura 1. Vista de inicio del sitio.



La sección de recursos digitales almacena artículos (figura 2), guías y enlaces categorizados por temática (epidemiología, diagnóstico, genética, prevención, dispositivos, rehabilitación). Los recursos pueden filtrarse por año, tipo y nivel de evidencia.

Figura 2. Vista de recursos del sitio.



Se incorporó una calculadora que acepta variables clínicas comunes, como se observa en la figura 3, y permite cargar modelos de supervivencia preentrenados desarrollados en Python. El sistema envía las entradas al endpoint servidor, que devuelve una probabilidad estimada y una curva de supervivencia simplificada para visualización.

Figura 3. Vista de la calculadora interactiva de índices útiles.

Corazón Seguro

Calculadora de Supervivencia

Selecciona un Modelo:

Modelo General

Modelo basado en factores de riesgo comunes.

Parámetros del Modelo

Edad (años):

Sexo :

Selecciona una opción

Historial Familiar de MSC :

Selecciona una opción

Fumador :

Selecciona una opción

Calcular Supervivencia

Pruebas técnicas

La PWA funcionó correctamente en navegadores modernos; la carga y ejecución de modelos de supervivencia (entregados en un entorno de prueba y con conjuntos de datos de ejemplo) devolvió resultados coherentes con las métricas esperadas. Las pruebas de usabilidad inicial mostraron navegación intuitiva y buena legibilidad en pantallas pequeñas.

DISCUSIÓN

La carga global de enfermedades cardiovasculares y la proporción de muertes súbitas dentro de ese grupo hacen de la muerte súbita cardiovascular (MSC) un objetivo prioritario para intervenciones preventivas y de detección temprana. Esto no solo refleja cifras absolutas de mortalidad, sino también el impacto en años de vida potencial perdidos y en familias y comunidades afectadas. La MSC afecta tanto a adultos de mediana edad con enfermedad coronaria silente como a individuos jóvenes con cardiopatías hereditarias, lo que obliga a estrategias diferenciadas: programas poblacionales de concienciación y detección selectiva en subgrupos de alto riesgo. El diseño de una plataforma digital debe, por tanto, responder a esta heterogeneidad, permitiendo rutas de contenido y herramientas adaptadas a distintos perfiles de usuarios (clínicos, investigadores, pacientes y familiares). (1)

La predicción individualizada de riesgo de MSC sigue limitada por la heterogeneidad clínica, la variabilidad en la calidad y disponibilidad de datos y la dificultad para validar modelos en poblaciones externas. Aunque existen puntuaciones de riesgo y modelos de supervivencia desarrollados en cohortes específicas, su calibración y transporte a otras poblaciones frecuentemente muestran sesgos y pérdida de performance. Por ello, una calculadora que permita carga de modelos preentrenados debe complementar, no sustituir, la toma clínica de decisiones; además, debe incluir advertencias sobre su ámbito de validez y herramientas para evaluar su desempeño local (p. ej. recalibración). (2)

Las plataformas digitales pueden centralizar conocimiento y facilitar el acceso a herramientas predictivas, pero su utilidad depende críticamente de la fiabilidad de las fuentes y de la gobernanza del contenido. Una PWA bien diseñada reduce barreras de acceso, pero sin un comité editorial y políticas claras de actualización existe riesgo de diseminar información desfasada o no validada. Por eso es recomendable integrar flujos de curación (editores clínicos), metadatos que indiquen nivel de evidencia y fechas de revisión, y mecanismos para que los usuarios reporten información obsoleta o errónea. (3)

La evidencia emergente sobre inteligencia artificial aplicada a ECG e imágenes cardíacas muestra promesa para identificar señales sutiles asociadas a riesgo arrítmico no detectables por lectura humana. Sin embargo, los estudios que reportan alta precisión suelen usar datasets homogéneos o retrospectivos; la verdadera prueba son estudios prospectivos, multicéntricos y con evaluaciones de impacto clínico (es decir, si la predicción mejora resultados).(4) A la hora de integrar estos enfoques en una plataforma, se debe priorizar modelos con validación externa y transparencia en variables y prestaciones, e incorporar documentación técnica accesible para auditores clínicos y desarrolladores.

Desde la perspectiva técnica, la adopción de un enfoque PWA con React y Tailwind ofrece ventajas concretas: menor latencia, mejor experiencia en móviles y facilidad de mantenimiento. No obstante, decisiones tecnológicas deben equilibrarse con requisitos regulatorios y de seguridad; por ejemplo, versiones antiguas de sistemas operativos o librerías desactualizadas pueden exponer vulnerabilidades. Por ello, se recomienda políticas de actualización continua, contenedores reproducibles para el backend y pruebas automatizadas de seguridad en el ciclo de despliegue. (5)

La calculadora que permite cargar modelos de supervivencia preentrenados facilita experimentación académica y educación clínica, pues investigadores pueden comparar modelos y estudiantes observar curvas de supervivencia en ejemplos reales. No obstante, su uso en la práctica clínica requiere controles adicionales: registro de versiones de modelos, trazabilidad de entradas/salidas, y limitaciones claras en la interpretación. Además, cuando los modelos provienen de datos sensibles, es imprescindible que la plataforma exija garantías sobre el origen de los modelos (consentimientos, aprobaciones éticas) antes de su ejecución. (6)

La adopción local (hospitales provinciales, facultades de medicina) puede potenciar la formación continua y la diseminación de guías; sin embargo, la implementación efectiva depende de factores organizacionales como apoyo administrativo, formación a usuarios y recursos para mantenimiento. Experiencias previas muestran que las intervenciones digitales tienen mayor probabilidad de éxito cuando existen campeones clínicos locales, integración con actividades formativas y métricas institucionales que promuevan su utilización. Por tanto, la estrategia de despliegue debe incluir un plan de implementación con indicadores de proceso y resultados. (7)

Las desigualdades en acceso a tecnologías (brecha digital) constituyen una amenaza para la equidad: no todos los usuarios potenciales disponen de dispositivos o conectividad constante. Para mitigar esto, el diseño debe ser "low-bandwidth friendly", permitir caché offline de contenidos esenciales y ofrecer alternativas (documentos descargables, formatos ligeros). Además, las iniciativas de formación comunitaria y alianzas con centros de salud locales pueden ayudar a llegar a poblaciones más vulnerables. (8)

La protección de datos y la privacidad son pilares ineludibles: aun en plataformas que operan con datos agregados, existe riesgo de re-identificación si se combinan múltiples variables. Es necesario cifrado en tránsito y en reposo, políticas de retención mínimas, consentimientos informados claros y, cuando la plataforma sea utilizada en investigación, la traza documental para auditorías. El cumplimiento con normativas locales e internacionales (por ejemplo, GDPR donde aplique) debe ser evaluado antes de cualquier uso clínico real. (9)

Los resultados de pruebas controladas en intervenciones digitales aplicadas a cardiología muestran beneficios en adherencia terapéutica y en medidas intermedias de riesgo, pero la evidencia sobre reducción de mortalidad por MSC a través de plataformas informativas o calculadoras es aún limitada. Esto sugiere que, si bien herramientas como la aquí descrita pueden mejorar conocimiento y procesos, su impacto final en eventos adversos dependerá de la integración con acciones concretas (p. ej. programas de prevención, acceso a desfibriladores, cambios en prácticas clínicas). Por tanto, la evaluación de impacto debe combinar métricas de uso con resultados clínicos a mediano y largo plazo. (10)

La interoperabilidad mediante estándares (p. ej. FHIR) representa una vía para enriquecer la plataforma con datos clínicos y para facilitar continuidad asistencial; sin embargo, la conexión a registros electrónicos implica retos técnicos y regulatorios. La implementación escalonada, iniciando con exportaciones e importaciones seguras de datasets anonimizados y con pruebas piloto en entornos controlados, permite identificar problemas de mapeo de datos, consentimiento y responsabilidad clínica antes de ampliaciones mayores. (11)

La colaboración multidisciplinaria entre desarrolladores, cardiólogos, bioestadísticos, especialistas en ética y usuarios finales es imprescindible para que la plataforma sea útil y segura. Involucrar a pacientes y familiares en la co-diseño ayuda a priorizar funcionalidades que realmente atienden necesidades reales (por ejemplo, lenguaje claro, recursos de apoyo emocional, instrucciones prácticas para emergencias), mientras que los equipos técnicos aseguran la viabilidad y escalabilidad. La gobernanza del proyecto debe formalizar estas interacciones mediante comités consultivos y mecanismos de feedback continuo. (12)

CONCLUSIONES

La plataforma digital descrita ofrece una solución técnica y funcional que centraliza recursos, facilita la diseminación de evidencia y proporciona una herramienta experimental para la integración de modelos predictivos de supervivencia en el ámbito de la muerte súbita cardiovascular. Su diseño como PWA y la incorporación de una calculadora que admite modelos preentrenados permiten tanto el uso educativo como el desarrollo investigativo; sin embargo, su utilidad clínica real depende de validaciones externas, gobernanza editorial robusta, medidas estrictas de protección de datos y estrategias de implementación que atiendan la equidad de acceso y la capacitación local. Con este enfoque, la plataforma puede transformarse en un recurso valioso para prevención, educación e investigación en MSC, siempre condicionada a la evidencia de su seguridad y efectividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marijon E, Narayanan K, Smith K, et al. The Lancet Commission to reduce the global burden of sudden cardiac death: a call for coordinated action. Lancet [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140673623008759>
2. Mensah GA, Roth GA, Sampson UK, et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2022: a systematic analysis. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. Li Y, Xiong X, Chen Y, et al. Risk prediction for sudden cardiac death in the general population: a systematic review and meta-analysis. Heart Rhythm O2 [Internet]. 2024 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10988292/>
4. Holmström L, et al. An ECG-based artificial intelligence model for assessment of risk of sudden cardiac death. Nat Commun [Internet]. 2024 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s43856-024-00451-9>
5. Stremmel C, et al. Digital transformation in diagnostics and therapy: evidence and applications in cardiology. Cardio J [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://cardio.jmir.org/2023/1/e44983>
6. Pedroso AF, et al. Leveraging AI-enhanced digital health with consumer technologies to transform cardiovascular care. Nat Rev Digit Health [Internet]. 2025 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s44325-025-00071-9>
7. van der Heide MYC, et al. Personalized sudden cardiac death risk prediction: current models and future directions. Heart Rhythm [Internet]. 2025 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: [https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271\(25\)02722-5/fulltext](https://www.heartrhythmjournal.com/article/S1547-5271(25)02722-5/fulltext)
8. Yow AG. Sudden cardiac death. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507854/>
9. Harbi AS, et al. Digital health interventions in cardiac rehabilitation and secondary prevention: randomized trials and meta-analyses. Eur Heart J [Internet]. 2024 [citado 2025 Ago 20]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11231633/>