

VITASIGNS: TOMA DE SIGNOS VITALES SIN CONTACTO PARA UNA ATENCIÓN MÉDICA MÁS EFICIENTE Y SEGURA

VITASIGNS: CONTACTLESS VITAL SIGNS MONITORING FOR MORE EFFICIENT AND SAFER HEALTHCARE

C. A. Martínez Cava¹
J. Pérez Escamilla²
L. Mendoza Guzmán³
O. D. Arteaga Bahena⁴

RESUMEN

La presente investigación aborda la problemática de la toma de signos vitales en el sector salud, donde la saturación del personal médico y el riesgo de contagio por contacto directo con pacientes representan desafíos significativos. Se propone el desarrollo de un dispositivo ergonómico e inteligente para la medición de signos vitales sin contacto, utilizando tecnologías como sensores de nueva generación, tarjetas de desarrollo de código abierto y técnicas de inteligencia artificial. La metodología empleada incluye el prototipado evolutivo, dividido en tres etapas: modelado de la aplicación, diseño del prototipo y desarrollo de la interfaz hombre-máquina. Los resultados preliminares indican una reducción en el tiempo de atención de 3 a 5 minutos por paciente, además de una disminución en los costos operativos y riesgos de contagio. Se concluye que este dispositivo no solo optimiza la eficiencia en la atención médica, sino que también contribuye al cumplimiento de normativas como la NOM-004-SSA-2012, mejorando la calidad del servicio y la experiencia del paciente.

ABSTRACT

This research addresses the challenges in measuring vital signs within the healthcare sector, where the saturation of medical staff and the risk of contagion through direct patient contact pose significant issues. The study proposes the development of an ergonomic and intelligent device for contactless vital signs measurement, utilizing advanced technologies such as next-generation sensors, open-source development boards, and artificial intelligence techniques. The methodology employed includes evolutionary prototyping, divided into three stages: application modeling, prototype design, and human-machine interface development. Preliminary results indicate a reduction in patient care time from 3 to 5 minutes, along with decreased operational costs and contagion risks. The study concludes that this device not only optimizes healthcare efficiency but also contributes to compliance with regulations such as NOM-004-SSA-2012, enhancing service quality and patient experience.

ANTECEDENTES

La valoración inicial en hospitales es crucial para la atención al paciente. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), una correcta toma de signos vitales es esencial para la prevención y diagnóstico de padecimientos cardiovasculares. Para 2025, se prevé que se institucionalice un modelo para el control de la hipertensión arterial y la prevención secundaria. En México, cerca de 91,187 muertes son atribuidas a enfermedades cardíacas, según el informe de Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR). El avance en tecnologías como tarjetas de desarrollo y sensores de nueva generación facilita el prototipado

¹ Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. camartinezc@itsoeh.edu.mx

² Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. javierperez@itsoeh.edu.mx

³ Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. lmendoza@itsoeh.edu.mx

⁴ Profesional independiente. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. 230110111@itsoeh.edu.mx

de dispositivos inteligentes en apoyo del cuidado de la salud a grandes costos. Dado que el cuerpo médico enfrenta sobrecarga laboral, proponemos un dispositivo ergonómico inteligente que permite la toma de signos vitales sin contacto corporal.

En tiempos modernos, la automatización de tareas permite hacer eficiente los procesos. En el sector médico, la prevención de enfermedades crónicas ha cobrado relevancia en tiempos recientes. Para el 2025 la OPS, pretende estandarizar la toma de la presión arterial, con el propósito de disminuir las enfermedades cardíacas con énfasis en la hipertensión. Dotar al personal de salud de herramientas para mejorar la calidad del servicio, puede mejorar la percepción de la atención hospitalaria. El mantener datos históricos sobre mediciones como la presión arterial, la temperatura, la oxigenación, el peso y la altura permite a los especialistas médicos tomar acciones informadas en la atención preventiva de enfermedades crónicas.

La medición precisa de la presión arterial es de vital importancia para diagnosticar y controlar la hipertensión, y se logra mediante dispositivos validados y protocolos adecuados para enfatizar la importancia de un entorno tranquilo y el correcto uso de monitores automáticos. Además, se busca fortalecer los marcos regulatorios para garantizar el uso exclusivo de dispositivos de medición adecuados. El paquete técnico HEARTS en las Américas propone un enfoque estandarizado para el tratamiento de la hipertensión, permitiendo a los países adaptar los protocolos a sus contextos locales. La atención centrada en el paciente y la capacitación de más profesionales de salud son clave para mejorar el control de la presión arterial (Organización Panamericana de la Salud, 2023).

Durante 2023, en México se registraron un total de 794,739 muertes, siendo las enfermedades del corazón la principal causa de fallecimiento, con 189,289 casos, según las Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) del INEGI (2024). Entre enero y junio de 2023, se contabilizaron 97,187 defunciones, lo que representa un aumento significativo en comparación con el mismo periodo del año anterior. Además de las enfermedades del corazón, la diabetes también se destacó como una de las principales causas de muerte, reflejando preocupaciones sobre la salud pública. Se observó una variabilidad notable en las tasas de mortalidad en distintas regiones del país. Esta información preliminar subraya la urgente necesidad de implementar estrategias efectivas para abordar estos desafíos en el ámbito de la salud (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2024).

El Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) ha implementado un innovador sistema de “Triage” que permite a los derechohabientes recibir una valoración inicial en las áreas de urgencias en menos de 15 minutos. Este enfoque, que utiliza un proceso de semaforización (rojo, amarillo y verde) y herramientas informáticas, ha optimizado los tiempos de atención en 21 clínicas y hospitales del país. Hasta la fecha, se han capacitado más de 600 profesionales de la salud en este sistema, lo que ha contribuido a una notable reducción en las quejas y una mejora en la experiencia de espera para los pacientes. La coordinación entre el personal de enfermería y médicos es fundamental para el éxito de este proceso, que busca intervenir de forma eficaz y oportuna en la atención de emergencias (ISSSTE, 2024).

La NORMA-004-SSA-2012 establece lineamientos para la atención de urgencias en México, subrayando la importancia del manejo adecuado del expediente clínico y el registro de signos vitales en la atención médica. Exige que se mantenga un historial clínico integral para cada paciente, debe contener información relevante desde su ingreso hasta su egreso, incluyendo antecedentes médicos, tratamientos realizados y evolución del paciente. La información debe ser accesible para el personal autorizado, garantizando al mismo tiempo la confidencialidad de la información del paciente.

Los signos vitales a anotar son: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura corporal. El personal médico debe estar capacitado para interpretar las lecturas de los instrumentos y tomar decisiones clínicas basadas en estos datos, lo que es crucial para el manejo adecuado de situaciones de urgencia (Secretaría de Salud, 2012).

Escalante (2019) presenta un sistema innovador para la toma de signos vitales de forma electrónica y a distancia, dirigido especialmente a zonas rurales con limitaciones en recursos médicos. Propone un "maletín electrónico" que integra dispositivos como termómetros y baumanómetros, conectados a teléfonos inteligentes para facilitar la medición de temperatura, frecuencia cardíaca y presión arterial. Este enfoque no solo optimiza el diagnóstico y tratamiento en áreas remotas, sino que también permite la transmisión de datos médicos a centros de salud más especializados, pudiendo mejorar así la atención médica en contextos de bajos recursos y zonas rurales (Hernández Escalante, A. 2019).

Hernández et al. (2021) Diseñan un prototipo rudimentario para la toma de signos vitales como la pulso, temperatura y tensión arterial. Su principal objetivo es generar una propuesta para la adquisición de datos por medios electrónicos. Su desarrollo se basa en una placa con controlador ATMEGA328p, una pulsera para la toma de presión arterial, un sensor MAX30100 para pulso cardíaco, el MLX90614 y el MEMS HL100D para la presión arterial. Encontrando variaciones en las mediciones y algunos factores que lo provocan.

Hernández Escalante, Rodríguez Martínez & Hernández García (2023) Proponen un dispositivo móvil que interconecta diferentes sensores para su integración en una aplicación móvil, que permite visualizar la cámara oftalmoscopia, una cámara para cavidades corporales, además de los ya mencionados se anexó un glucómetro digital. La aplicación muestra tener un gran porcentaje de aprobación, según las encuestas de los grupos de estudio. En comparativa ante el IMPI y otras organizaciones, menciona que sólo 7 aplicaciones son comparables de las 30 encontradas con registro de patente.

Derivado de una revisión de los tiempos de atención hospitalaria, se encontró que la toma de signos vitales, tales como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal y la presión arterial, requiere un tiempo de entre 51 y 56.7 minutos. Se propone un sistema que integra la tarjeta de desarrollo Arduino, el sensor de pulsos ADA-1093, el sensor de temperatura MLX90614 y el sensor de oxigenación MAX30102. Además, se incorpora un dispositivo móvil para la visualización de los datos y el mantenimiento del historial. En los resultados, la aplicación de los sensores en pacientes tomó entre 20 y 30 segundos (Santoyo-Luévano, Avilés-Cruz, Zuñiga-López, 2020).

Andrade (2015) desarrolló un prototipo de sensor digital para funcionar como frecuencímetro cardíaco. En este prototipo se integra la tarjeta de desarrollo Arduino, el sensor Piezo-Film LTD-028K, el módulo XBee serie uno, el XBee Shield y un amplificador operacional. Usó el software LabVIEW para el diseño e interfaz de la aplicación. Describe la toma de la presión arterial, remarcando que las señales son susceptibles a variaciones del entorno fisiológico al que se le aplique este tipo de medición, además que el sensor seleccionado requiere de filtrado para reducir el error en la medición (Andrade, 2015).

Derivado de la necesidad de desarrollo de software funcional y de costo asequible, surgen las metodologías de desarrollo de software. Derivado de los postulados de Dijkstra, surge el Ciclo de vida de desarrollo de software. Entonces, se tiene una representación del proceso y se puede avanzar a una metodología. La perspectiva iterativa, permite controlar y sistematizar en pequeñas etapas el modelo de cascada. El prototipo, se desarrolla en entradas evolutivas, así el producto final se desarrolla de forma más completa (Gamboa, 2018).

Las tarjetas de desarrollo de código abierto, surgieron como una herramienta informática compacta para estimular el interés en las tecnologías de información y telecomunicaciones. El uso de un chip que incluye software (software on chip, SoC), permite que se puedan desarrollar prototipos que fueran compactos y de un gran poder de procesamiento. Pudiendo integrarse en tareas de edificios inteligentes, energía, interacciones hombre-máquina, sistemas ciber-físicos, impresión 3D, vehículos autónomos, etc. Raspberry Pi, es una herramienta de bajo costo, que permite el desarrollo de proyectos de ingeniería integrando software de alto nivel y electrónica de bajo nivel. (Molloy, 2016)

Gartner señala el crecimiento continuo de la fabricación aditiva y la impresión 3D en diversas aplicaciones, con un enfoque especial en la impresión 4D y su capacidad para transformar materiales de manera dinámica. Se destacan los beneficios del uso de la tecnología en el sector médico y la fabricación en metal en la industria (Contreras, 2023).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este estudio se basa en un enfoque de prototipado evolutivo, que se divide en tres etapas clave. Este enfoque permite un desarrollo iterativo y flexible, asegurando que el dispositivo final cumpla con los requisitos y expectativas de los usuarios. La Tabla 1 sintetiza los componentes utilizados. Durante el desarrollo de este prototipo se utilizará la primera etapa evolutiva. Cuya meta fue la presentación en INNOVATEC 2024 y obtener retroalimentación de expertos.

1. Modelado de la aplicación: En esta fase inicial, se definieron los requisitos funcionales del dispositivo, teniendo en cuenta las necesidades tanto de los profesionales de la salud como de los pacientes. Se realizó un análisis exhaustivo de las tecnologías existentes en el mercado, lo que permitió identificar las características necesarias para el dispositivo.

2. Diseño del prototipo: En la segunda etapa, se procedió al desarrollo del prototipo utilizando sensores de última generación y tarjetas de desarrollo de código abierto. Este diseño se centra en la ergonomía y la facilidad de uso, asegurando que el dispositivo pueda ser operado de manera rápida y eficiente por el personal médico y los pacientes.

3. Desarrollo de la Interfaz hombre-máquina: La última etapa del proceso de prototipado se centra en la creación de una interfaz intuitiva que facilita la interacción de los usuarios con el dispositivo.

Tabla 1. Componentes para el dispositivo.

Componente	Descripción	Función
Sensor de Frecuencia Cardíaca	Sensor óptico que mide la frecuencia cardíaca a través de la piel.	Captura datos en tiempo real.
Sensor de temperatura	Sensor infrarrojo que mide la temperatura corporal sin contacto.	Lectura Proporciona necesidades de fiebre.
Módulo de Comunicación	Módulo Bluetooth para la transmisión de datos a dispositivos móviles.	Facilita la conectividad y el monitoreo.
Pantalla LCD	Pantalla de visualización para mostrar signos vitales en tiempo real.	Permite visualizar datos del usuario.
Plataforma de Desarrollo	Tarjeta de desarrollo (ESP32) para el procesamiento.	Realiza el análisis de datos y control.
Batería recargable	Fuente de energía para el funcionamiento del dispositivo.	Asegura la portabilidad del prototipo.

RESULTADOS

Se ha observado una disminución en los costos operativos asociados a la medición de signos vitales. Donde al eliminar la necesidad de equipos invasivos y reducir el contacto físico, el dispositivo contribuye a disminuir el uso de recursos materiales, así como los gastos relacionados con la desinfección y el manejo de equipos médicos. Este aspecto es particularmente relevante en el contexto actual, donde los sistemas de salud buscan reducir gastos sin comprometer la calidad del servicio.

El dispositivo ha demostrado ser eficiente en la medición de signos vitales clave, tales como presión arterial, frecuencia respiratoria, temperatura y niveles de oxigenación. Estas mediciones son fundamentales para un diagnóstico temprano y para el monitoreo continuo de enfermedades, especialmente en el caso de condiciones críticas como las enfermedades cardíacas. La capacidad de proporcionar datos precisos y en tiempo real permite a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas y rápidas, mejorando así los pronósticos de los pacientes.

Además, se espera una mejora en la percepción del servicio médico por parte de los pacientes. Al permitir que el personal se concentre en actividades críticas en lugar de en la toma de datos, se crea un ambiente donde la atención al paciente es más personalizada y efectiva. Se observó que los pacientes reportaron una mayor satisfacción con el servicio recibido, lo que evidencia que la tecnología no solo mejora la eficiencia, sino que también impacta positivamente en la experiencia del paciente.

La Tabla 2 presenta estadísticas de muertes por enfermedades cardíacas en los últimos años, evidenciando la necesidad urgente de un monitoreo efectivo de signos vitales. En 2021, se registraron 90.000 muertes, cifra que aumentó a 95.000 en 2022, aunque se obtuvo una ligera disminución a 91.187 en 2023. Estos datos resaltan la importancia de implementar tecnologías que faciliten la detección precoz de condiciones que podrían ser fatales, como las enfermedades cardiovasculares, subrayando la relevancia de dispositivos como VITASIGNS en la prevención y tratamiento de estas enfermedades.

Tabla 2. *Muertes registradas.*

<i>Año</i>	<i>Muertes por Enfermedades Cardíacas</i>
2021	90.000
2022	95.000
2023	91,187

La Tabla 3 ilustra las etapas del prototipo evolutivo del dispositivo. En la etapa de modelado de la aplicación, se definieron los requisitos funcionales esenciales, lo que permitió establecer una base sólida para el desarrollo. Durante el diseño del prototipo, se integraron sensores avanzados y tarjetas de desarrollo, asegurando que el dispositivo fuera capaz de realizar mediciones precisas y confiables. Finalmente, en la etapa de desarrollo de la interfaz, se creó una plataforma intuitiva que permite a los usuarios interactuar fácilmente con el dispositivo, garantizando una experiencia de usuario óptima y accesible.

Tabla 3. *Etapas del desarrollo.*

Etapas	Descripción
Modelado de la aplicación	Definición de requisitos funcionales
Diseño del prototipo	Integración de sensores y tarjetas.
Desarrollo de la interfaz	Creación de una interfaz intuitiva

Los resultados preliminares del dispositivo VITASIGNS no solo demuestran su eficacia en la medición de signos vitales, sino que también indican su potencial para mejorar la atención médica general, reducir costos y optimizar la experiencia del paciente. Esto sugiere que la implementación de tecnologías innovadoras en el ámbito de la salud es un paso fundamental hacia un sistema de atención más eficiente y seguro.

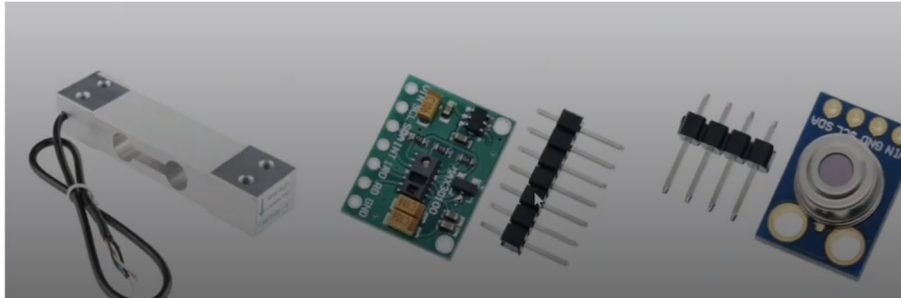
La Figura 1 muestra parte del equipo de desarrollo que presentó en INNOVATEC, en la imagen se aparecen de izquierda a derecha: Gómez Vázquez Vanessa Ivonne, Arteaga Bahena Osiris Danae, Ortiz Villanueva Oscar Uziel, Javier Pérez Escamilla (Asesor) y Monroy Chávez Eveling.

Figura 1. *Presentación del prototipo en INNOVATEC.*



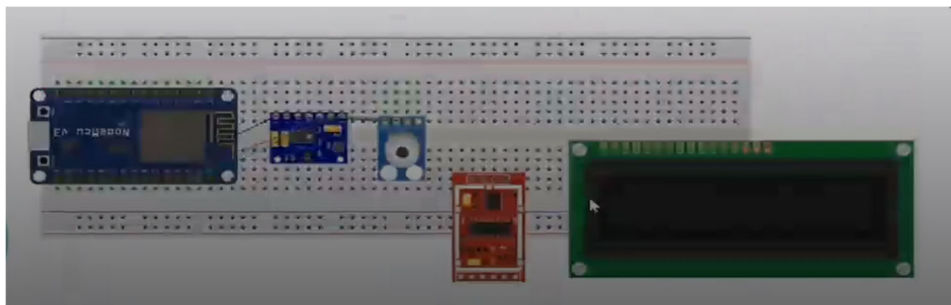
En la Figura 2, se muestran algunos de los sensores usados, como lo son: Bascula de 200Kg, Sensor de temperatura y sensor de oxigenación.

Figura 2. Sensores.



La Figura 3, ilustra algunos componentes, como lo son el ESP32, sensor de temperatura, sensor de oxigenación, convertidor analógico/digital y un display serial.

Figura 3. Componentes.



La Figura 4. Ilustra parte de la codificación que se usó para los integrados, usando el IDE de ARDUINO.

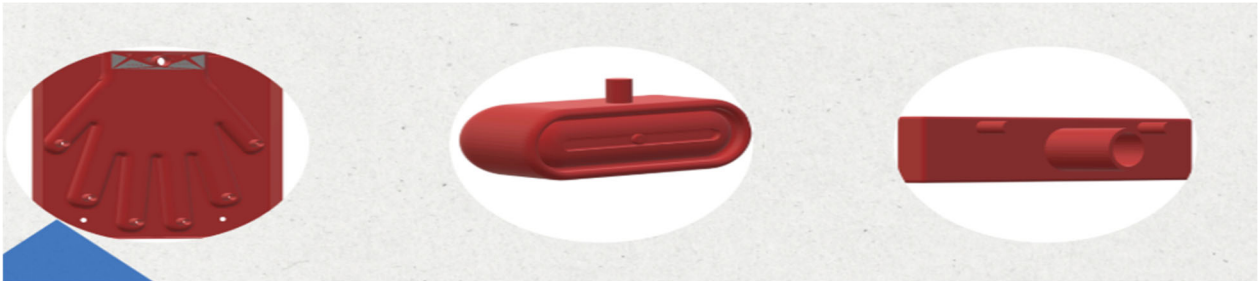
Figura 4. Codificación en ESP32 usando ARDUINO IDE.

```
void loop()
{
  pox.update();
  if (millis() - tsLastReport > 2000)
  {
    tsLastReport = millis();
    if (pox.getHeartRate() != 0)
    {
      float temperatura = 0.0; // Aqui debes obtener la temperatura del sensor MAX30100
      float peso = 0.0; // Aqui debes obtener el peso del sensor MAX30100
      float frecuencia = pox.getHeartRate();
      float oxigenacion = pox.getSpO2();
      // Construir la URL con los parámetros de la solicitud
      String url = SERVER_URL;
      url += "?tem=" + String(temperatura);
      url += "&peso=" + String(peso);
      url += "&frec=" + String(frecuencia);
      url += "&oxi=" + String(oxigenacion);
      // Realizar la solicitud HTTP GET
      WiFiClient client;
      HTTPClient http;

      Serial.print("Enviando datos a PHP: ");
      Serial.println(url);
      if (http.begin(client, url))
      {
```

En la Figura 5, se ilustran algunos de los componentes que fueron diseñados para usar en el prototipo. De izquierda a derecha: Dispositivo para detección de temperatura y presión arterial, así como el soporte para una pantalla táctil.

Figura 5. Componentes diseñados con SOLIDWORKS.



CONCLUSIONES

En esta primera etapa del desarrollo del prototipo, los resultados preliminares obtenidos son alentadores y subrayan su potencial para transformar la atención médica. Se estima una notable reducción en el tiempo de atención de 3 a 5 minutos por paciente, lo que representa un avance significativo en la eficiencia operativa del personal de salud. Esta disminución en el tiempo no solo optimiza el flujo de atención, sino que también permite a los médicos y enfermeras dedicar más tiempo a la evaluación y tratamiento de pacientes, mejorando así la calidad de la atención.

El desarrollo del dispositivo VITASIGNS para la medición de signos vitales sin contacto, representa un avance significativo en la atención médica contemporánea. Este innovador dispositivo no solo incrementa la eficiencia en la atención al paciente, sino que también aborda preocupaciones relacionadas con los riesgos de contagio, especialmente en un contexto donde la salud pública se enfrenta a desafíos como pandemias y enfermedades transmisibles.

La medición sin contacto de signos vitales no solo disminuye la exposición de los pacientes a posibles infecciones, sino que también protege al personal médico, lo que es esencial para mantener la operatividad y la salud del equipo de atención. Al cumplir con normativas como la NOM-004-SSA-2012, el dispositivo garantiza que, según los estándares requeridos para la atención médica segura, refuerza su credibilidad y aceptación en el ámbito clínico.

Un aspecto adicional que merece ser destacado es el impacto que este proyecto ha tenido en la formación de los estudiantes involucrados. La participación en el desarrollo de VITASIGNS ha permitido a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un contexto práctico, fortaleciendo sus habilidades en áreas como la ingeniería de sistemas, el diseño de prototipos, la programación de sensores y la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial.

Además, la presentación del prototipo en eventos como INNOVATEC 2024 ha brindado a los estudiantes una valiosa oportunidad para interactuar con expertos en el campo, recibir retroalimentación y desarrollar competencias en comunicación y presentación de proyectos innovadores. Este tipo de experiencias no solo enriquece su formación académica, sino que

también los prepara para enfrentar los desafíos tecnológicos y sociales del futuro, fomentando habilidades blandas como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la capacidad de innovación.

En resultados de la presentación en INNOVATEC 2024, Se destacó que el material debería considerarse en acero inoxidable, según las observaciones de médicos y empresarios, que debe cumplir las normas mexicanas en energía y manufactura, que el diseño requiere validación por un protocolo médico, que requiere mejorar la precisión de la medición de la presión arterial, que el diseño debería considerar el cambio de los sensores a la muñeca, que se considerará hacer los cambios en cuanto a mejorar la visibilidad y que estos proyectos requieren financiamiento.

Sin embargo, a pesar de los resultados prometedores obtenidos hasta el momento, se continuará con el prototipado evolutivo y se buscará la participación del IMSS-Bienestar para complementar con estudios adicionales y validar la efectividad del dispositivo en diferentes contextos clínicos. La diversidad de situaciones en las que es posible utilizar este tipo de tecnología, desde hospitales hasta clínicas rurales, requiere una evaluación exhaustiva para asegurar su aplicabilidad y eficacia en diversos entornos. Además, es crucial explorar la escalabilidad del dispositivo, considerando su potencial para ser implementado en una amplia gama de servicios de salud, tanto públicos como privados.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, G. (2015). *Diseño e implementación de un módulo didáctico para la medición del ritmo cardíaco mediante la técnica de pulsometría*. Escuela Politécnica del Ejército. <https://repositoriobe.espe.edu.ec>

Gamboa, J. Z. (2018). Evolución de las metodologías y modelos utilizados en el desarrollo de software. *Revista de investigación INNOVA*, 3(10), 20-33. <https://www.redalyc.org/pdf/7378/737880712002.pdf>

Hernández Escalante, A. (2019). *Aplicación e impacto de las nuevas tecnologías para la toma de signos vitales en forma electrónica a distancia* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma Metropolitana.

Hernández Escalante, A., Rodríguez Martínez, J., & Hernández García, R. M. (2023). Aplicación e impacto de las nuevas tecnologías para la toma de signos vitales en forma electrónica a distancia. En *Libro de ponencias* (Ponencia P-080). Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (2024). En 15 minutos, los derechohabientes del ISSSTE reciben valoración inicial en urgencias. <https://www.gob.mx/issste/prensa/en-15-minutos-derechohabientes-del-issste-reciben-valoracion-inicial-en-urgencias?>; <https://www.gob.mx/issste>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Estadísticas de defunciones registradas (EDR) de enero a junio de 2023 (preliminar). <https://www.inegi.org.mx>; <https://www.inegi.org.mx/programas/edr/>

- Molloy, D. (2016). *Explorando Raspberry Pi: Interactuando con el mundo real con Linux integrado*. John Wiley & Sons. <https://www.wiley.com/en-us/Exploring+Raspberry+Pi%3A+Interfacing+to+the+Real+World+with+Embedded+Linux-p-9781119188681>
- Santoyo-Luévano, I., Avilés-Cruz, C., & Zuniga-López, A. (2020). Sistema portátil no invasivo para el monitoreo y despliegado de los signos vitales de pacientes en salas de urgencias en un dispositivo móvil. *Investigación en Ciencias de la Computación*, 149(8), 157-172. https://rcs.cic.ipn.mx/2020_149_8/Sistema%20portatil%20no%20invasivo%20para%20el%20monitoreo%20y%20despliegado%20de%20los%20signos%20vitales%20de%20pacientes.pdf?
- Secretaría de Salud. (2012). NORMA-004-SSA-2012, del expediente clínico y la atención médica de urgencias. <https://www.dof.gob.mx>. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787&