

Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”

Departamento de electrónica e informática



Proyecto

Pulsera de monitoreo de signos vitales

Asignatura

Programación de artefactos

Catedrático

Ing. Gabriela Reynosa

Estudiantes

Amaya Gonzalez, Violeta Lisbeth 00007515

Chávez Mejía, Emely Alexandra 00097923

Díaz Nativí, Kevin Fernando 00351519

Fecha

Antiguo Cuscatlán, 1 de diciembre de 2025

Índice

Introducción.....	3
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Justificación.....	5
Metodología.....	6
A. Técnicas.....	6
B. Metodología de trabajo.....	6
C. Recursos.....	6
Desarrollo del proyecto.....	9
Fisiología del Envejecimiento y Signos Vitales.....	9
Saturación de Oxígeno (SpO ₂).....	9
Frecuencia Cardíaca.....	10
Temperatura Corporal.....	10
Oxigenación en sangre.....	13
Frecuencia Cardíaca.....	14
Temperatura Corporal.....	15
Resultados.....	16
Conclusiones.....	20
Recomendaciones.....	21
Referencias Bibliográficas.....	22

Introducción

En los últimos años se ha visto un aumento en el uso de pequeños dispositivos que apoyan tareas del día a día, incluso en temas de salud. Mucha gente los utiliza porque permiten revisar datos simples del cuerpo sin tener equipos médicos grandes o costosos. Esto resulta especialmente útil en adultos mayores, ya que cambios en la respiración, la temperatura o el pulso pueden pasar desapercibidos y causar problemas si no se atienden a tiempo. A partir de esta necesidad surge la idea de trabajar en una pulsera que permita tener un control básico de estos valores.

La propuesta consiste en un dispositivo que incluye sensores para medir la frecuencia cardíaca, la oxigenación y la temperatura. También tiene la capacidad de reconocer movimientos bruscos que podrían relacionarse con una caída, y un módulo GPS para saber dónde se encuentra la persona si llega a desorientarse. Los datos se envían por internet a un bot de Telegram que avisa cuando algo no está dentro de lo normal.

El objetivo principal es ofrecer una herramienta que ayude a detectar situaciones de riesgo con un poco más de rapidez. La pulsera no reemplaza la atención humana, pero sí puede ser un apoyo cuando la persona pasa tiempo sola o necesita un acompañamiento más constante

Objetivo general

Desarrollar una pulsera inteligente capaz de monitorear los signos vitales en tiempo real y detectar caídas, enviando alertas automáticas mediante Telegram para brindar asistencia oportuna a personas adultas mayores.

Objetivos específicos

1. Implementar sensores biométricos para medir la frecuencia cardíaca, oxigenación en sangre y temperatura corporal.
2. Desarrollar un sistema de comunicación IoT que envíe notificaciones automáticas a través de Telegram cuando se detecten valores anormales o caídas.
3. Validar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de lectura, envío de alertas y detección de caídas simuladas.

Justificación

Hoy en día, la población adulta mayor aumenta de manera significativa. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que para el año 2030 una de cada seis personas en el mundo tendrá más de 60 años, lo cual incrementa los desafíos en el ámbito de la salud pública. En este grupo etario, las enfermedades crónicas y las caídas representan una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, por lo que se requiere una vigilancia más rigurosa de las funciones fisiológicas básicas.

Ante este escenario, resulta necesario contar con mecanismos que permitan identificar alteraciones en los signos vitales y responder con rapidez ante posibles emergencias médicas. La detección oportuna de variaciones en parámetros como la oxigenación, la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal reduce el riesgo de complicaciones graves y mejora el pronóstico de los pacientes.

El proyecto plantea el desarrollo de una pulsera inteligente orientada al monitoreo continuo de indicadores biológicos relevantes y a la detección de caídas. Este dispositivo integra sensores especializados y tecnologías de comunicación que permiten transmitir información en tiempo real mediante el Internet de las Cosas (IoT). A través de esta conexión, se envían alertas automáticas por Telegram cuando se registran valores fuera de los rangos establecidos o cuando ocurre un evento que compromete la integridad física de la persona.

La propuesta constituye una alternativa accesible y funcional que contribuye a mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de la población adulta mayor, especialmente en situaciones donde existe riesgo elevado o períodos prolongados sin supervisión directa.

Metodología

A. Técnicas

Para garantizar una investigación sólida, se consultaron diversas fuentes de información, como artículos académicos, documentos digitales, investigaciones previas relacionadas con la problemática y ejemplos de prototipos similares. También se revisaron recursos tecnológicos como videos explicativos y material didáctico disponible en la web.

El proyecto se apoya principalmente en la técnica de análisis documental, aplicada con rigor para extraer información clara y sin interpretaciones ambiguas. Este enfoque permite construir una base teórica precisa, minimizar conceptos erróneos y asegurar la calidad de los contenidos utilizados en el desarrollo del dispositivo.

B. Metodología de trabajo

El proyecto adopta una metodología mixta, la cual combina elementos cuantitativos y cualitativos. Este enfoque aprovecha las fortalezas de ambos métodos: por un lado, permite analizar características observables del funcionamiento de los sensores y, por otro, facilita la interpretación de los resultados obtenidos durante las pruebas.

El uso de un diseño mixto se justifica en el reconocimiento de que ningún fenómeno puede abordarse exclusivamente desde la objetividad absoluta ni desde la subjetividad total. La combinación equilibrada de ambos enfoques produce resultados más útiles y una evaluación más completa del sistema desarrollado.

C. Recursos

1) Hardware

Tabla 1***Requerimientos de hardware para el software que se utilizara***

Nombre	Descripción	Precio
Módulo oxímetro MAX30102 MH-ET	Mide el pulso y saturación de oxígeno mediante luz infrarroja.	\$8.00
Giroscopio MPU6050	Combina acelerómetro y giroscopio para detectar cambios de movimientos o inclinación.	\$5.00
Sensor DS18B20 de temperatura waterproof	Sensor digital de alta precisión que mide la temperatura, en su versión impermeable puede colocarse en contacto con la piel para monitorear el calor corporal.	\$9.00
Sensor de GPS (NEO-6M)	Es un módulo receptor de posicionamiento global que permite obtener coordenadas de ubicación (latitud, longitud y altitud), velocidad y hora con alta precisión.	\$15.00
Batería LiPo 400mAh	Ideal para dispositivos portátiles por su tamaño compacto y ligereza.	\$6.95
Módulo de carga para baterías Li-Ion y LiPo	Dispositivo electrónico que gestiona de forma segura el proceso de carga de estas baterías, protegiéndose de la sobrecarga y descarga excesiva.	\$0.95
	Total	\$44.90

2) Software

Tabla 2*Software implementado para la programación, monitoreo y comunicación del sistema*

Nombre	Descripción
Arduino IDE	En su entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades.
Telegram	Plataforma utilizada para recibir alertas automáticas a través de un bot conectado al sistema de monitoreo.
Blynk	Este sistema usa Wi-Fi para enviar los datos a un servicio en la nube en la plataforma IoT llamado Blynk; los datos pueden monitorearse en tiempo real.

Desarrollo del proyecto

El proyecto requiere una investigación previa acerca de los signos vitales en adultos mayores, ya que este grupo presenta variaciones fisiológicas asociadas al envejecimiento. Con el paso del tiempo, los sistemas cardiovascular, respiratorio y de equilibrio reducen su eficiencia, lo que incrementa la probabilidad de caídas, alteraciones hemodinámicas y complicaciones respiratorias. El monitoreo constante de estos parámetros aporta información esencial para la detección temprana de anomalías y la prevención de eventos que puedan comprometer la salud.

Fisiología del Envejecimiento y Signos Vitales

Los adultos mayores experimentan cambios naturales que afectan la función del corazón, la respiración y el equilibrio. La vigilancia continua de estas funciones permite identificar desviaciones que pueden derivar en emergencias médicas (MedlinePlus, 2024).

Saturación de Oxígeno (SpO₂)

La SpO₂ representa el porcentaje de hemoglobina que transporta oxígeno. El rango normal se ubica entre 95% y 100%; sin embargo, en personas con enfermedades crónicas o edad avanzada se consideran aceptables valores entre 92% y 95%. Niveles inferiores al 90% indican hipoxemia, condición asociada a complicaciones cardíacas, infecciones respiratorias y perfusión deficiente (Pilbeam et al., 2020). Las disminuciones de oxigenación pueden presentarse sin síntomas, lo que aumenta el riesgo de caídas y deterioro cognitivo (Dillon et al., 2016).

Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardíaca indica la cantidad de latidos por minuto. En adultos mayores, el rango de reposo oscila entre 60 y 90 lpm. La bradicardia (menos de 55 lpm) provoca mareos y síncope, mientras que la taquicardia (más de 100 lpm) incrementa la probabilidad de arritmias y fatiga extrema.

Temperatura Corporal

La regulación térmica disminuye con la edad debido a la reducción de masa muscular, alteraciones circulatorias y cambios metabólicos (Inoue et al., 1999). El rango normal en adultos mayores se ubica entre 35.5 °C y 37.2 °C. Valores fuera de este rango pueden indicar hipotermia o infecciones graves que requieren atención inmediata.

Para la implementación del sistema de monitoreo y detección de caídas, se requiere la integración de componentes electrónicos específicos y protocolos de comunicación.

Medición de signos vitales

- **Sensor MAX30102:** Módulo óptico de lectura de oximetría y frecuencia cardíaca. Emite luz infrarroja y roja para calcular la absorción en los vasos sanguíneos y obtener la SpO_2 y el ritmo cardíaco.

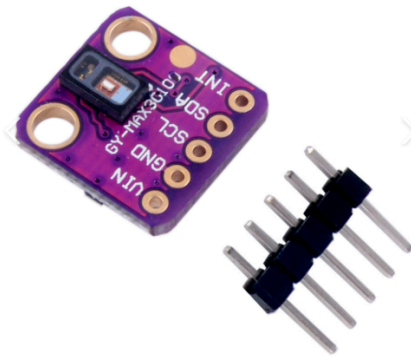


Fig. 1. Sensor MAX30102.

- **Sensor DS18B20:** Sensor digital de temperatura con alta precisión. Permite medir la temperatura corporal y detectar variaciones anormales.



Fig. 2. Sensor DS18B20.

Detección de caídas

- **Módulo MPU6050:** Dispositivo que integra acelerómetro y giroscopio para obtener datos de movimiento y orientación. Es fundamental para el algoritmo de detección de caídas.

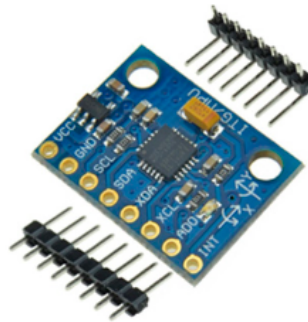


Fig. 3. Módulo MPU6050.

- **Módulo GPS NEO-6M:** Módulo GPS utilizado para obtener la ubicación geográfica del usuario durante una emergencia.

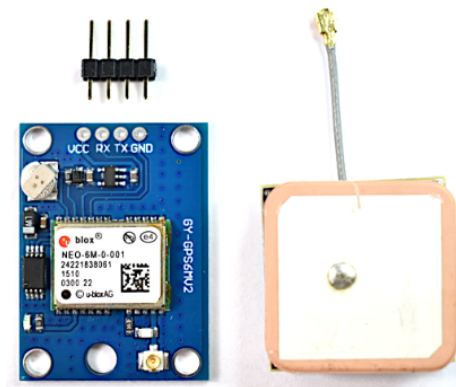


Fig. 4. Módulo GPS NEO-6M.

Comunicación por internet

- **Internet de las Cosas (IoT):** Tecnología que permite comunicar los datos recogidos por los sensores a través de internet hacia plataformas de monitoreo remoto.
- **API de Telegram:** Interfaz que posibilita el envío de alertas automáticas al dispositivo móvil de cuidadores ante caídas, variaciones anormales en los signos vitales.

A continuación se resumen los rangos normales, variaciones esperadas y riesgos cuando los valores están fuera de los límites:

Oxigenación en sangre

El nivel de saturación de oxígeno (SpO₂) indica el porcentaje de hemoglobina en la sangre que está transportando oxígeno. Se obtiene mediante sensores ópticos como el **MAX 30102**, el usado en tu pulsera.

Tabla 3

Rangos normales en adultos mayores

Condición	Rango
Normal	95% – 100%
Aceptable en adultos mayores o con enfermedades crónicas	92% – 95%
Hipoxemia leve	90% – 92%
Hipoxemia moderada o severa	< 90%

Riesgos

- Generando problemas cardiacos.
- Mala perfusión de extremidades (manos frías).
- Neumonía o infecciones respiratorias.
- problemas circulatorios.

Las personas mayores pueden presentar decesos de oxigenación sin presentar síntomas por lo que aumenta el riesgo de caídas.

Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardíaca es el número de latidos por minuto (lpm). El sensor **MAX 30102** también permite estimarla monitoreando cambios en la luz reflejada por los vasos sanguíneos.

Tabla 4

Rangos normales en adultos mayores

Condición	Rango
Reposo normal en adultos mayores	60 – 90 lpm
Bradicardia leve	< 55 lpm
Taquicardia	> 100 lpm

Riesgos

- Latidos muy bajos (bradicardia): Mareos, síncope, caídas.
- Latidos muy altos (taquicardia): Riesgo de arritmia, fatiga extrema, falta de aire.

Temperatura Corporal

La temperatura corporal normal indica el funcionamiento adecuado del sistema termorregulador. Se mide con sensores como el **DS18B20**, ideal por su precisión y tamaño.

Tabla 5

Rangos normales en adultos mayores

Condición	Rango
Temperatura normal en adultos mayores	35.5°C – 37.2°C
Hipotermia leve	< 35.5°C
Fiebre	> 37.5°C
Fiebre alta	≥ 38°C

Causas del cambio térmico en la vejez

- Menor masa muscular.
- Sistema inmune debilitado.
- Deshidratación frecuente.
- Circulación más lenta.

Riesgos

- Hipotermia.
- La fiebre puede indicar infecciones graves.

Resultados

1) Recreación de la pulsera:

El proyecto contempla la elaboración de una pulsera destinada al monitoreo de diferentes aspectos de la salud. El diseño integra sensores para medir temperatura corporal, frecuencia cardíaca y nivel de oxigenación. También incluye un módulo GPS y un sistema para identificar movimientos bruscos relacionados con posibles caídas. A continuación, se muestra la representación del dispositivo:

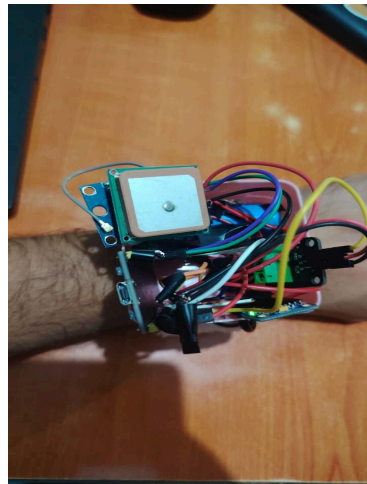


Fig. 5. Pulsera ya integrada con los sensores y módulos.



Fig. 6. Pulsera armada y puesta ya para su uso.

2) Instrucciones del Bot

El Bot fue creado en BotFather luego el bot fue programado para ofrecer una amplia información al usuario y que pueda aprovecharse de manera completa, siendo de manera intuitiva ya que luego de haber creado el Bot se le da /start empezará a recibir notificaciones de cualquier alerta de la cual fue programada para que reciba las notificaciones al celular.

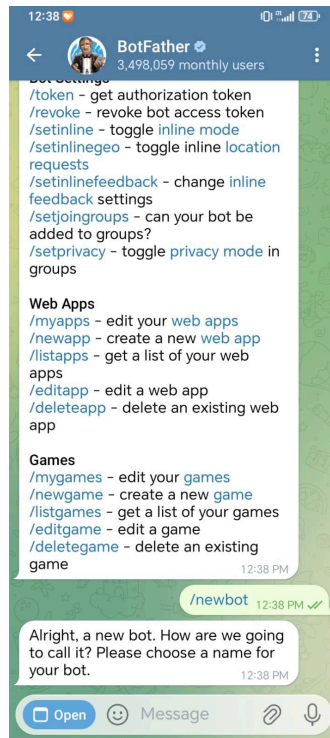


Fig. 7. Creación del Bot con BotFather.

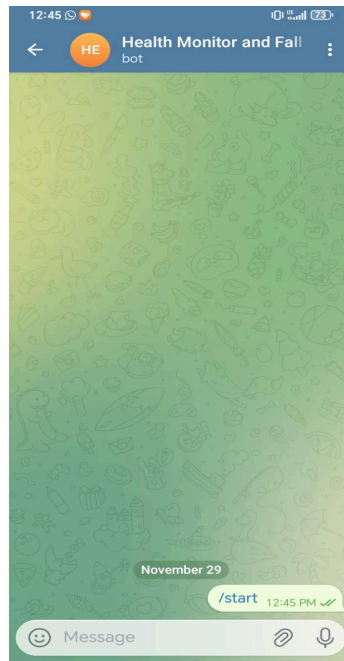


Fig. 7. Bot ya creado para recibir las notificaciones de alerta.

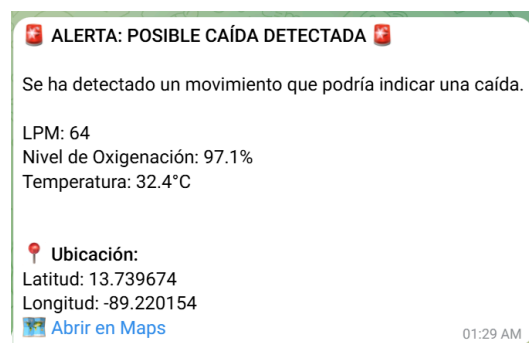


Fig. 8. Notificación desde el celular mostrando la alerta de una caída mostrando su ubicación exacta donde sucedió el hecho..

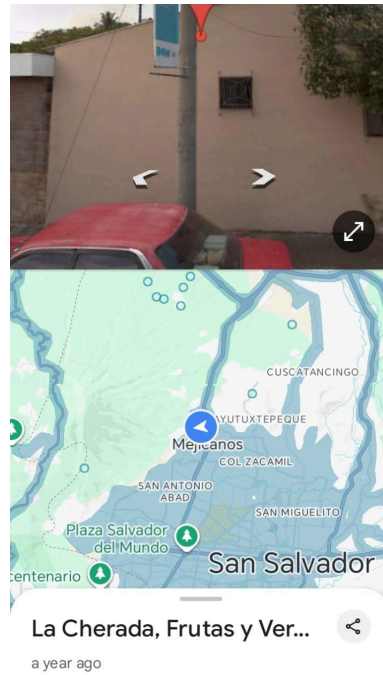


Fig. 9. Ubicación exacta donde se reporta la notificación.

3) Implementación de Blynk

La plataforma Blynk se incorpora al proyecto para mostrar los datos obtenidos por la pulsera en tiempo real. A través de esta aplicación es posible visualizar la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal, la oxigenación y ubicación, lo que facilita el seguimiento del estado físico de la persona que porta el dispositivo, es posible acceder ya sea mediante la aplicación o el sitio web.

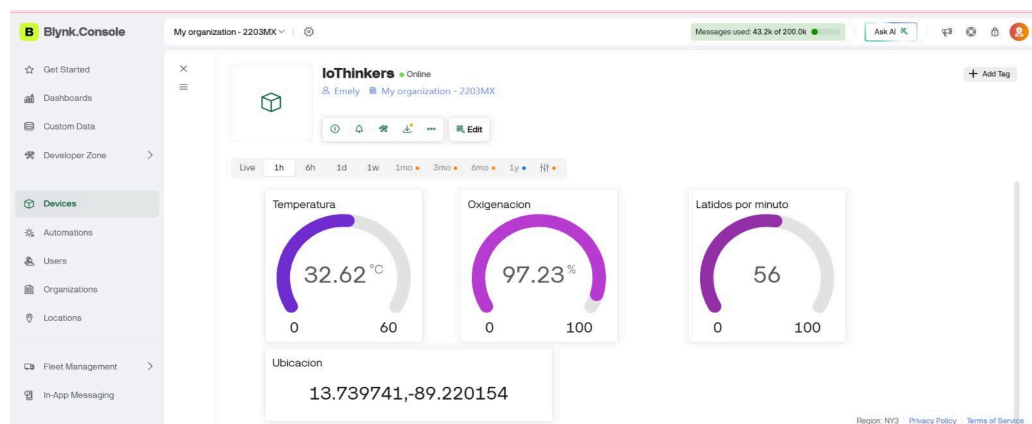


Fig. 10. Monitoreo en Blynk de temperatura, oxigenación, latidos por minuto..

Conclusiones

El proyecto permitió comprobar que es posible construir una pulsera que registra signos vitales y detecte caídas en adultos mayores usando sensores accesibles y de fácil integración. Los módulos empleados lograron enviar mediciones estables de oxigenación, frecuencia cardíaca y temperatura corporal, además de registrar movimientos bruscos que pueden relacionarse con una caída.

El uso del GPS y la conexión por IoT permitió que los datos llegaran a Telegram sin retrasos importantes. Esto facilita que un familiar o encargado reciba alertas cuando un valor sale de los rangos normales o cuando ocurre un evento de riesgo. De esta manera, el sistema brinda un acompañamiento básico que puede ayudar en situaciones donde la persona no tiene supervisión directa.

En general, el proyecto demuestra que una herramienta sencilla, con componentes económicos, puede apoyar el cuidado de la población adulta mayor. Aunque aún pueden realizarse mejoras, la propuesta abre la posibilidad de reforzar la seguridad de las personas que necesitan una vigilancia constante.

Recomendaciones

1. Incorporar una batería de mayor duración

La autonomía del dispositivo puede mejorar mediante baterías de mayor capacidad o sistemas de bajo consumo que extiendan el tiempo de uso continuo.

2. Optimizar la conexión GPS en espacios cerrados

La incorporación de tecnologías complementarias como Wi-Fi Positioning o Bluetooth BLE ayudaría a mejorar la localización en interiores.

3. Realizar pruebas con personas de la tercera edad

Una evaluación con adultos mayores permitiría obtener datos más representativos, ajustar umbrales y validar la eficacia del monitoreo en condiciones cotidianas.

4. Implementación de LoRa

La implementación de LoRa para poder usarse sin conexión a WiFi, para ser usado a largas distancias.

Referencias Bibliográficas

1. Organization, “Ageing and health,” Fact Sheet, 1 Oct. 2025. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. S. Tang, M. Liu, T. Yang, C. Ye, Y. Gong, L. Yao, Y. Xu and Y. Bai, “Association between falls in elderly and the number of chronic diseases and health-related behaviors based on CHARLS 2018: health status as a mediating variable,” *BMC Geriatrics*, vol. 22, Article no. 374, 28 Apr. 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03055-x>
3. Pilbeam, C., Mahmood, T., Yee, A. H., Vedantam, A., Golan, E., & Mowry, S. (2020). Cerebral oxygenation in healthy adults is associated with age and sex: A pilot study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(8), 2618. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7448148/>
4. Dillon, C., Serrano, C. M., Iturry, M., Alegre, S., & Sarasola, D. (2016). Oxygen saturation and cognition in older adults. *International Psychogeriatrics*, 28(10), 1749–1756*. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12609229/>
5. Inoue, Y., Shibasaki, M., & Hirata, M. (1999). Age-related decreases in the sweating and cutaneous vasodilation responses to heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 86(1), 224–230. Available: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12609229/>
6. MedlinePlus. (2024). *Signos vitales*. Available: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/004019.htm?ut>
World Health Organization. (2025, 1 de octubre). *Ageing and health*. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

7. Dillon, C., Serrano, C. M., Iturry, M., Alegre, S., & Sarasola, D. (2016). Oxygen saturation and cognition in older adults. *International Psychogeriatrics*, 28(10), 1749–1756.
8. Inoue, Y., Shibasaki, M., & Hirata, M. (1999). Age-related decreases in the sweating and cutaneous vasodilation responses to heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 86(1), 224–230.
9. MedlinePlus. (2024). *Signos vitales*. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/004019.htm>
10. Pilbeam, C., Mahmood, T., Yee, A. H., Vedantam, A., Golan, E., & Mowry, S. (2020). Cerebral oxygenation in healthy adults is associated with age and sex: A pilot study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(8), 2618.
11. Tang, S., Liu, M., Yang, T., Ye, C., Gong, Y., Yao, L., Xu, Y., & Bai, Y. (2022). Association between falls in elderly and the number of chronic diseases and health-related behaviors based on CHARLS 2018. *BMC Geriatrics*, 22(374).