

# SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA Y MONITOREO PORTÁTIL PARA LA DETECCIÓN DE CAÍDAS

## EARLY WARNING AND PORTABLE MONITORING SYSTEM FOR FALL DETECTION

**Armenta Robles Irving Mitchel**

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Los Mochis

<https://orcid.org/0000-0002-1212-5439>

[L21441033@mochis.tecnm.mx](mailto:L21441033@mochis.tecnm.mx)

**Delgado Rabago Ivan**

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0005-6273-7512>

[L21440397@mochis.tecnm.mx](mailto:L21440397@mochis.tecnm.mx)

**Leal Ontiveros Ileana Paola**

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0007-7902-1486>

[Ileana.lo@mochis.tecnm.mx](mailto:Ileana.lo@mochis.tecnm.mx)

**Rivera Valdez Jesús Armando**

Tecnológico Nacional de México/ I.T. De Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0009-4062-0638>

[L21440163@mochis.tecnm.mx](mailto:L21440163@mochis.tecnm.mx)

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v4i1.199>

Recibido: 05/02/2026 | Aceptado: 06/04/2026 | Publicado: 08/05/2026

Esta obra está bajo  
una licencia internacional  
Creative Commons Atribución 4.0.



**Resumen--** Las caídas en adultos mayores representan un grave riesgo en la población, siendo la principal causa de pérdida de autonomía y lesiones graves. Para mitigar las consecuencias de estos accidentes mediante una intervención oportuna, este trabajo presenta el desarrollo y validación de un dispositivo de alerta temprana y monitoreo portátil para la detección de caídas. El dispositivo está integrado por un microcontrolador y un sensor inercial, usando un algoritmo basado en umbrales de aceleración calibrado experimentalmente. La metodología integra pruebas de laboratorio y una validación funcional en escenario real. Los resultados demuestran que se tiene un sistema con madurez TRL 5, logrando una tasa de falsos positivos de 0 durante la validación de actividades cotidianas y un tiempo promedio de transmisión de alerta de 4.02 segundos. Se concluye que la arquitectura establece una solución robusta y eficaz para la asistencia remota, garantizando la notificación de eventos críticos.

**Palabras clave--** Adultos mayores, Detección de caídas, ESP32, IoT, Wearable.

**Abstract--** Falls in the elderly represent a serious risk to the population, being the main cause of loss of autonomy and severe injuries. To mitigate the consequences of these accidents through timely intervention, this paper presents the development and validation of a portable early warning and monitoring system for fall detection. The device integrates a microcontroller and an inertial sensor, using an acceleration threshold-based algorithm calibrated experimentally. The methodology integrates laboratory tests and a functional validation in a real-world scenario. Results demonstrate that the system has achieved a TRL 5 maturity level, reaching a false positive rate of 0 during daily activity validation and an average alert transmission time of 4.02 seconds. It is concluded that the architecture establishes a robust and effective solution for remote assistance, ensuring the notification of critical events.

**Keywords--** IoT, Fall detection, Elderly, Wearable, ESP32.

## INTRODUCCIÓN

La seguridad de los adultos mayores se ha vuelto una prioridad ante el crecimiento sostenido de este sector poblacional. En México, más del 14% de la población tiene 60 años o más, y se estima que para 2030 esta cifra se duplicará, según el INEGI. Este cambio plantea múltiples desafíos, siendo uno de los más graves la prevención de caídas. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), Las caídas accidentales son la principal causa de lesiones graves, hospitalizaciones y pérdida de autonomía en personas mayores. Entre el 28% y 35% de los adultos mayores sufre al menos una caída al año.

Sin embargo, las soluciones tradicionales, como lo son los botones de pánico, son muy limitados, ya que depende de la activación manual del usuario, lo cual no son aptos en caso de que el usuario se encuentre inconsciente o inmovilizado tras el golpe.

El presente trabajo describe el desarrollo de un sistema de alerta temprana basado en una arquitectura IoT. Una solución tecnológica enfocada a mejorar significativamente calidad de vida y autonomía de los adultos mayores mediante el monitoreo continuo y la notificación automática de emergencia.

### Objetivo general

Desarrollar un sistema de alerta temprana y monitoreo portátil para la detección de caídas en adultos mayores y/o personas con discapacidades motoras.

### Objetivos específicos

- Diseñar la arquitectura de hardware y software del dispositivo vestible, seleccionando los componentes electrónicos (sensores inerciales, microcontrolador) y protocolos de comunicación adecuados para el monitoreo en tiempo real.
- Implementar y calibrar un algoritmo de detección basado en umbrales de aceleración (Factor S) que permita discriminar eficazmente entre actividades cotidianas y eventos de caída.
- Vincular el dispositivo con una aplicación móvil centrada en el usuario que permita la recepción de alertas inmediatas y la gestión del historial clínico del paciente.
- Validar el desempeño del sistema mediante pruebas experimentales de latencia, precisión de detección y usabilidad en entornos controlados y escenarios reales.

### Justificación

Ante el fenómeno global de envejecimiento poblacional, el desarrollo de un sistema de detección automática de caídas es una solución tecnológica que mejora significativamente la seguridad y autonomía

de los adultos mayores y las personas con discapacidades motoras. El dispositivo desarrollado, basado en sensores inerciales y notificaciones automáticas, brinda una respuesta rápida ante un evento de caída, facilitando la comunicación oportuna de familiares o servicios de emergencia. Así, se contribuye a la reducción de las secuelas físicas y psicológicas derivadas de estos eventos, para dar una mejor calidad de vida. Este proyecto tiene un enfoque positivo, ya que busca brindar mayor seguridad a las personas, permitirá mayor autonomía en los adultos.

## **DESARROLLO**

Para el proyecto se estructuró bajo un enfoque mixto, que integra el uso de investigación aplicada, documental y experimental, enfocado a la creación de un ecosistema tecnológico tangible. La investigación documental aportó sustento las bases teóricas para la selección técnica de componentes, el análisis de las necesidades del sistema para su funcionamiento y el estudio de normativas; Investigación experimental para la fase de calibración y su posterior validación en usuarios; y mediante la investigación aplicada se logró materializar la ingeniería del sistema, utilizando los hallazgos teórico y experimental para conseguir un ecosistema tecnológico funcional. Como resultado se obtuvo un proyecto de madurez tecnológica de validación del sistema integrado en un entorno relevante (TRL 5).

Para la recopilación de datos se utilizaron diversas técnicas, para la validación del funcionamiento del algoritmo se experimentó de manera controlada para la recolección de datos cuantitativos, siendo una matriz de pruebas con la finalidad de establecer la configuración adecuada de los umbrales de caída y de impacto para asegurar su detección en diferentes alturas, logrando así calibrar el dispositivo para minimizar los falsos positivos. Por otro lado, se realizó una lista de cotejo mediante el uso del dispositivo en dos sujetos de prueba, registrando la ocurrencia de falsos positivos mientras se realizaban actividades cotidianas.

De igual manera, se aplicaron diversas técnicas de recolección de datos cualitativos, siendo estas una serie de entrevistas a personal de la salud con la finalidad de recopilar recomendaciones para la funcionalidad del dispositivo, destacando la necesidad de generar un historial de eventos; así como encuestas a cuidadores y familiares para identificar los requerimientos que se necesitan para un sistema de esta índole. De esta forma, se logró crear una solución alineada a los requerimientos médicos y de asistencia.

La arquitectura del sistema se estructura como un ecosistema completo integrado por tres módulos principales:

- **Dispositivo portátil:** El dispositivo de monitoreo portátil se diseñó y construyó como un reloj que integra sensores inerciales para la medición de los movimientos de la persona. La elección de los componentes fue fundamental para que el dispositivo pudiera detectar patrones cinemáticos y detectar cambios bruscos de posición, tal como establecen Martínez Méndez y Romero Huertas (2013) en su análisis sobre la evaluación del movimiento en aplicaciones de salud. De igual manera, el análisis local de los datos mediante algoritmos de detección de caídas permitiendo diferenciar entre actividades cotidianas y caídas reales, usando como base los criterios de sensibilidad y especificidad analizados por Estrada Marmolejo y Moran Garabito (2017).



**Figura 1.** *Dispositivo portátil para el monitoreo y la detección de caídas.*

**Fuente.** *Elaboración propia (2025).*

- **Servidor en la nube:** Esta infraestructura se diseñó usando como referencia el modelo de arquitectura de computación IoT de tres capas validado por Rebeiro, o et al (2022), los cuales mencionan que la integración de la Nube es indispensable para la buena gestión de alertas en tiempo real y reducir las consecuencias de salud. De esta manera, el sistema asegura que la

notificación sea entregada sin restricciones de distancia, logrando así que el cuidador reciba la alerta de manera inmediata sin importar la proximidad física con el paciente.

- **Aplicación Móvil:** La aplicación tiene como principal objetivo es alertar a los familiares o cuidadores sobre algún siniestro en tiempo real, la creación de reportes médicos y consulta del historial de incidentes. El diseño de la aplicación se realizó con un enfoque centrado en el usuario, siguiendo las pautas de Álvarez Rodríguez et al. (2015) para establecer una visualización simple y flujos de tareas lineales; Complementando, con los criterios de Archundia et al. (2016) para asegurar la claridad de las alertas.

Para la implementación física del dispositivo, se optó por una arquitectura fundamentada bajo el uso de microcontroladores compactos con capacidad de procesamiento dual y conectividad integrada, logrando así la eficiente gestión de la lectura de sensores y la transmisión inalámbrica.

- **Unidad de procesamiento (ESP32):** Se utilizó un SoC ESP32 como núcleo del dispositivo, se tomó esta elección fundamental en su arquitectura de doble núcleo de 32 bits y conectividad integrada. Lo cual permite la ejecución paralela del algoritmo de filtrado y protocolo de comunicación, logrando cubrir los requisitos de latencia mínima y transmisión de alertas críticas (Rebeiro et al., 2022). De igual manera, el uso de dispositivo portátil para el procesamiento en tiempo real garantiza una respuesta rápida ante eventos críticos.
- **Sistemas de sensores inerciales (MPU-6050):** Para la adquisición de los datos cinemáticos, se optó por un módulo MPU-6050, tomando como referencia el análisis de Martínez Méndez y Romero Huertas (2013), en el cual determinan que la fusión de datos de acelerometría y velocidad angular resulta en el estándar para la evaluación biomecánica precisa del movimiento humano. El acelerómetro se utiliza para medir la aceleración lineal en los ejes X, Y, Z con la finalidad de establecer la fuerza de impacto; en cambio, el giroscopio se encarga de monitorear los cambios en la orientación.
- **Interfaz de retroalimentación:** Para la interacción con el usuario, se integró una pantalla OLED monocromática y un beeper en un diseño compacto para su uso en la muñeca, esta implementación sigue los criterios de accesibilidad digital validados por Archundia et al. (2016), aplicando el principio de redundancia sensorial, el cual dicta que para garantizar la percepción de una alerta es indispensable combinar estímulos visuales con señales auditivas.

Para garantizar una respuesta inmediata se estableció una arquitectura de procesamiento local, lo cual permite ejecutar la lógica de detección directamente en el microcontrolador. De esta forma, el dispositivo identifica el accidente y activa la alarma local de forma automática, utilizando la conectividad de Wi-Fi para la transmisión de la notificación remota al servidor.

El algoritmo implementado es basado en umbrales, una técnica validada por Estrada Marmolejo y Moran Garabito (2017, p.31), utilizando el cálculo de Factor S o también conocido como filtro de esfera, tal como establecen los autores “el empleo del factor S es una manera de considerar el total de la aceleración con respecto a todos los ejes”. Esta magnitud es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$Factor\_S = \sqrt{x_{out}^2 + y_{out}^2 + z_{out}^2}$$

Donde:

- Factor\_S: Representa la magnitud del vector de aceleración total.
- $x_{out}, y_{out}, z_{out}$ : Representan los valores de aceleración instantánea de los ejes X, Y, Z.

El protocolo de monitoreo valida continuamente si el Factor S es igual o mayor al umbral crítico de impacto ( $U_{imp}$ ). Este parámetro establece la variable de sensibilidad del sistema y su valor numérico final el cual se determinó mediante la experimentación para diferenciar entre un movimiento brusco y una caída. Si el dispositivo detecta que se cumple con la condición establecida ( $Factor\_S \geq U_{imp}$ ), activa de manera inmediata la respuesta local y transmite los datos al servidor para notificar la situación en la alerta móvil.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

### Definición de especificaciones técnicas basadas en validación clínica

La arquitectura del dispositivo no se estableció de manera arbitraria, sino que fueron resultados de un proceso de ingeniería de requisitos, validado mediante un estudio de campo. Esta fase recopiló datos de 50 familiares y cuidadores con la visión de personal de la salud, con especialistas en medicina geriátrica, enfermería y rehabilitación física. Esto permitió establecer variables críticas que rigieron el diseño del firmware y el hardware.

El análisis de los resultados obtenidos demuestra que la velocidad de respuesta es un factor primordial representando 41% de los casos de usos, incluso superando la preocupación de padecimiento de una lesión

física debido. El resultado determino que la asistencia inmediata es una variable critica para mitigar complicaciones secundarias debido a la caída, por lo cual se diseño el firmware con procesamiento en tiempo real.

De igual manera, se estableció la necesidad técnica de un informe de evento, como un requisito de importancia para la evidencia clínica. Durante las entrevistas, el Dr. Jesús Guzmán hizo hincapié en la situación inquietante: “los familiares no suelen reportar este tipo de incidentes”, lo cual puede generar que no se tenga la información necesaria para dar un diagnóstico. Con la finalidad de dar solución a esta problemática, se implementó un módulo de registro automático de los incidentes en la aplicación. Lo cual permite al personal de salud tengan acceso a seguimiento objetivo y cronológico de cada evento para ajuste preciso en el tratamiento del paciente.

Como se muestra en la figura 1, este reporte se estructuró en dos bloques estratégicos: el perfil médico que muestra información personal, médica y adicional sobre el paciente; y una sesión con el historial en forma tabular organizando los eventos de forma cronológica por fecha, hora exacta, estado de confirmación de alerta, descripción del suceso y el tiempo que se tardó en el asistir a la persona.



**Figura 2.** Ejemplo de reporte del paciente.

**Fuente.** Elaboración propia (2025).

Adicionalmente, se presentaron otros requerimientos para funcionalidad del sistema. La facilidad de uso se posicionó como una de las características más valoradas con un 28% y la asistencia inmediata 25%.

Esto rigió tanto en desarrollo del software, en el cual se eliminaron configuraciones complejas en favor de procesos automatizados e intuitivos, en la arquitectura del hardware se optó por un dispositivo con diseño tipo reloj tras validar que es el formato con mayor adherencia y comodidad para el usuario.

### Calibración de parámetros de umbrales de detección.

Para la garantizarían del sistema, se implementó un experimento enfocado a la determinación de los valores óptimos de umbral de caída libre y de impacto. El objetivo principal fue establecer un equilibrio entre sensibilidad para detectar caídas reales y capacidad de ignorar los movimientos bruscos. Como señalan Estrada Marmolejo y Moran Garabito (2017), el avance de los algoritmos es significativo, el desafío está en ajustar los parámetros para minimizar las falsa alarmas, sin comprometer la seguridad del usuario.

La configuración del experimento se basó en la biomédica del usuario y la clasificación de eventos físicos, definiendo dos escenarios: falso positivo que va de los 10,20,50 cm, para simular las aceleraciones propias de las actividades cotidianas; y el de caída real de 70 y 100 cm. Los resultados obtenidos se muestral en la tabla 1.

**Tabla 1.** Pruebas para la selección de umbrales del algoritmo.

Umbral de caída	Umbral de impacto	Altura de 10 cm	Altura de 20 cm	Altura de 50 cm	Altura de 70 cm	Altura de 100 cm
2000	8000	5	5	5	5	5
2000	12000	3	4	5	5	5
2000	15000	0	1	4	5	5
2000	18000	0	0	2	5	5
3000	8000	5	5	5	5	5
3000	12000	1	2	3	5	5
3000	15000	0	0	0	5	5
3000	18000	0	0	1	5	5
4000	8000	5	5	5	5	5
4000	12000	3	4	4	5	5
4000	15000	0	0	2	4	4
4000	18000	0	0	0	3	4

5000	8000	4	5	5	5	5
5000	12000	4	3	3	5	5
5000	15000	0	0	0	3	4
5000	18000	0	0	0	2	4

**Fuente.** *Elaboración propia (2025).*

Análisis: Tomando en cuenta los resultados obtenidos revela la correlación que existe entre la magnitud de los umbrales y el funcionamiento del sistema. La configuración de Umbral de caída < 2000, se presentó una sensibilidad crítica dando como resultado un 100% de los movimientos cotidianos como caídas. Por otro lado, el uso de los parámetros al máximo, ocurrió un comportamiento restrictivo, omitiendo el 40% de las caídas reales simuladas, lo que representa un riesgo de seguridad. El punto óptimo en la configuración se localizó en 3000 en el umbral de caída y 15000 en el umbral de impacto. Esta calibración logro tener 0 alertas en las actividades cotidianas y 5 en caídas simuladas, así validando su uso.

#### **Prueba de latencia y fiabilidad de conexión.**

Una vez establecido los umbrales del algoritmo, se procedió a evaluar la eficiencia de la IoT, esta etapa tuvo como principal objetivo verificar el cumplimiento de velocidad de respuesta, cronometrando el tiempo exacto que transcurrió entre el evento y la notificación de alerta.

Se ejecutó un total de 100 pruebas bajo de condiciones de red estándar, el tiempo transcurrió desde que el dispositivo confirmaba la caída hasta que la aplicación móvil recibe la alerta. Las pruebas demostraron una consistencia total en la conectividad. A continuación, detalla en la tabla 2, los tiempos registrados durante las 100 iteraciones.

**Tabla 2.** *Registro de tiempos de latencia en la transmisión de alertas.*

<b>Tiempo de respuesta</b>	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Cantidad de intentos</b>	7	36	25	19	9	2	1	1

**Fuente.** *Elaboración propia (2025).*

Análisis: Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se demuestra que el sistema mantuvo la conexión al 100%. Respecto a la velocidad, se tiene un tiempo promedio de respuesta de 4.02 segundos. Esto demuestra que el que la arquitectura implementada procesa y transmite de manera eficiente. Al mantener

el promedio y asegurar que ninguno tenga un tiempo elevado, el sistema logra garantizar que la alerta llegue en el tiempo preciso.

### Validación funcional en escenario real.

Para verificar el funcionamiento del sistema fuera de condiciones de laboratorio, se realizó un estudio piloto orientado a la detección de falsos positivos durante la realización de actividades diarias. Los sujetos de prueba fueron un masculino de 76 años y una femenina de 71 años ambos con movilidad reducida. La prueba se realizó durante 60 minutos por participante, en los cuales los sujetos realizaron actividades habituales en su día a día, sin simulación de eventos traumáticos. Los resultados observados durante estas sesiones se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la Prueba en actividades de vida diaria.

Sujeto	Edad	Tiempo de monitoreo	Falso positivo registrados
A	76	60 min	0
B	71	60 min	0

**Fuente.** *Elaboración propia (2025).*

Análisis: durante la prueba en ambos casos, no se registran actividades erróneas del protocolo de emergencia, lo cual demuestra que el algoritmo funciona adecuadamente en situaciones reales, en adultos mayores, esto valida la las decisión de los umbrales establecidos.

### CONCLUSIONES

Tras realizar el desarrollo del sistema se logró materializar una arquitectura IoT funcional enfocada a adultos mayores , alcanzado un nivel de madurez tecnológica de TRL 5 mediante la validaciones en escenarios reales no controlados, las pruebas de calibración del factor s jugó un papel relevante para el funcionamiento del dispositivo, esta configuración nos permitió discriminar de manera eficaz entre actividades cotidianas y caídas, dando como resultado un total de cero falsos positivos en la validación con sujetos de prueba.

El desempeño del sistema, es completamente satisfactorio, logrando cumplir con la velocidad de respuesta teniendo el tiempo promedio de alerta de 4.02 segundos. Esto demuestra que la arquitectura de procesamiento dual es robusta para una aplicación de emergencia. Finalmente, la integración en el sistema de funciones complementarias, como lo es la generación automática de historial de incidentes en la

aplicación móvil, aporta un valor añadido al ecosistema. Esto valida al dispositivo como una herramienta tecnológica viable para detectar caídas.

## TRABAJO A FUTURO

Se tiene contemplado a futuro para el sistema es la integración de inteligencia artificial, con el objetivo de evolucionar el algoritmo de umbrales a modelos de aprendizaje automático capaces de identificar patrones biomecánicos complejos y detectar patrones de inestabilidad en la marcha, con el fin de anticipar la caída.

## REFERENCIAS

- Aakesh, U., Rajasekaran, Y., Sabarivani, & Sudhakar, T. (2023). *Review on Healthcare Monitoring and Tracking Wristband for Elderly People using ESP-32*. En 2023 5th International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT) (pp. 523-529). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSSIT55814.2023.10061134>
- Álvarez Rodríguez, F. J., Luna García, H., & Mendoza González, R. (2015). Patrones de diseño para mejorar la accesibilidad y uso de aplicaciones sociales para adultos mayores. *Comunicar*, 22(45), 85–94. <https://www.revistacomunicar.com/pdf/45/c4509es.pdf>
- Archundia Sierra, E., Cerón Garnica, C., Cervantes, P., & Rodríguez, F. (2016). Diseño y desarrollo de una aplicación móvil accesible de navegación individual y localización para personas de la tercera edad con discapacidad visual. *Research in Computing Science*, (126), 109–119.
- Efendi, A., Ammarullah, M. I., Isa, I. G. T., Sari, M. P., Izza, J. N., Nugroho, Y. S., Nasrullah, H., & Alfian, D. (2025). IoT-Based Elderly Health Monitoring System Using Firebase Cloud Computing. *Health Science Reports*, 8(1), e70498. <https://doi.org/10.1002/hsr2.70498>
- Estrada Marmolejo, R., & Moran Garabito, C. E. (2017). *Algoritmo de detección de caídas en un sistema embebido [Tesis de Maestría]*. Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ). Repositorio Institucional CIATEQ. <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/89/1/MoranGarabitoCarlosE%20MSIM%202017.pdf>
- Giuffrida, D., Benetti, G., De Martini, D., & Facchinetti, T. (2019). *Detección de caídas con aprendizaje automático supervisado utilizando sensores portátiles*. En IEEE 17th International Conference on Industrial Informatics (INDIN) (pp. 253-259). IEEE. <https://doi.org/10.1109/INDIN41052.2019.8972246>

- INEGI. (2023). *Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID)*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2023/>
- Martínez Méndez, R., & Romero Huertas, M. (2013). Uso de sensores inerciales en la medición y evaluación del movimiento humano para aplicaciones en la salud. *Revista Ideas en Ciencia*, (37), 9-18.  
[https://www.researchgate.net/publication/263198667\\_Uso\\_de\\_sensores\\_inerciales\\_en\\_la\\_medicion\\_y\\_evaluacion\\_de\\_movimiento\\_humano\\_para\\_aplicaciones\\_en\\_la\\_salud](https://www.researchgate.net/publication/263198667_Uso_de_sensores_inerciales_en_la_medicion_y_evaluacion_de_movimiento_humano_para_aplicaciones_en_la_salud)
- Organización Mundial de la Salud. (2021, 26 de abril). *Caídas*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- Ribeiro, O., Gomes, L., & Vale, Z. (2022). IoT-Based Human Fall Detection System: Architecture, Protocols, and Applications. *Electronics*, 11(4), 592. <https://doi.org/10.3390/electronics11040592>
- Rybenská, K., Knapová, L., Janiš, K., Kühnová, J., Cimler, R., & Elavsky, S. (2024). Tecnologías SMART en el cuidado de adultos mayores: una revisión de exploración y guía para los cuidadores. *Revista de Tecnologías Habilitantes*, 18(4), 200–222. <https://doi.org/10.1108/JET-05-2023-0016>
- Sharma, N., Brinke, J., Gemert-Pijnen, J., & Braakman-Jansen, L. (2021). Implementation of Unobtrusive Sensing Systems for Older Adult Care: Scoping Review. *JMIR Aging*, 4(4), e27862. <https://doi.org/10.2196/27862>
- Shibuya, N., et al. (2015). *A real-time fall detection system using a wearable gait analysis sensor and a Support Vector Machine (SVM) classifier*. En 2015 Eighth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU) (pp. 66-67). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMU.2015.7061032>
- Wild, K., Boise, L., Lundell, J., & Foucek, A. (2008). Monitoreo discreto en el hogar de la salud cognitiva y física: reacciones y percepciones de adultos mayores. *Journal of Applied Gerontology*, 27(2), 181-200. <https://doi.org/10.1177/0733464807311435>
- Zhang, J., Li, J., & Wang, W. (2021). A Class-Imbalanced Deep Learning Fall Detection Algorithm Using Wearable Sensors. *Sensors*, 21(19), 6511. <https://doi.org/10.3390/s21196511>

## TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
-----	------------

Conceptualización	Irving Mitchel Armenta Robles, Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Metodología	Irving Mitchel Armenta Robles, Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Software	Irving Mitchel Armenta Robles, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Validación	Irving Mitchel Armenta Robles, Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Análisis formal	Irving Mitchel Armenta Robles, Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Investigación	Irving Mitchel Armenta Robles, Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros, Jesus Armando Rivera Valdez
Curación de datos	Ivan Delgado Rabago
Escritura - Preparación del borrador original	Ivan Delgado Rabago
Escritura - Revisión y edición	Ivan Delgado Rabago, Ileana Paola Leal Ontiveros
Visualización	Ivan Delgado Rabago
Supervisión	Ileana Paola Leal Ontiveros