



# Auximax

*Diseño de un dispositivo inteligente para minimizar el tiempo de atención de adultos mayores accidentados.*

Design of a smart device to reduce the time of assistance of elderly people that suffered an accident.

Nahomi Cordero Aguilar<sup>1</sup>

Keziah Mullings Watson<sup>2</sup>

Tatiana Villalobos Frino<sup>3</sup>

N. Cordero, K. Mullings y T. Villalobos "Diseño de un dispositivo inteligente para minimizar el tiempo de atención de adultos mayores accidentados.", IDI+, vol. 7 no 1, Ene., pp. 4-18, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i1.7227>

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2023

Fecha de aprobación: 21 de mayo de 2024

1. Nahomi Cordero Aguilar

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago,  
Costa Rica

naomicordero@estudiantec.cr

 0009-0007-3835-5244

2. Keziah Mullings Watson

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago,  
Costa Rica

kezijmw@estudiantec.cr

 0009-0009-8605-0650

3. Tatiana Villalobos Frino

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago,  
Costa Rica

2019003357@estudiantec.cr

 0009-0004-1037-1590

## Resumen

Las caídas son la segunda causa de muerte a nivel mundial, siendo las personas de tercera edad quienes más las sufren; por lo cual se creó Auximax, un dispositivo inteligente para ser utilizado diariamente, sin llegar a ser intrusivo.

Dicho dispositivo inteligente cuenta con la capacidad de disminuir el tiempo de auxilio en caso de accidente por medio de una alarma automática y, por ende, reducir consecuencias o secuelas mayores debido a caídas, golpes, lesiones o cualquier afección física de semejante naturaleza. Cuenta con un pulsómetro y una alarma inteligente capaz de detectar movimientos bruscos o situaciones de riesgo basado en las palpitations del paciente. Además, cuenta con una interfaz de celular para uso de los familiares/cuidadores y una interfaz gráfica para el dispositivo, permitiendo así que tanto el adulto mayor como su cuidador puedan monitorear a tiempo real cualquier situación dada según el nivel cardíaco, ya que comúnmente un corazón acelerado es una señal de alerta antes, durante y después de cualquier situación de riesgo

Es importante denotar que el principal impacto que pretende ejercer este dispositivo inteligente es asegurar una fuente de ayuda amigable con el usuario y, a la vez, reducir los tiempos de respuesta de auxilio para población de edad avanzada que comúnmente tiene padecimientos como la diabetes, hipertensión, demencia, ansiedad entre otros; quienes, ante una caída, podrían ser presa de males mayores secundados por cualquiera de estas patologías.

## Palabras clave

Dispositivo inteligente; adulto mayor; accidente; eventualidad.

## Abstract

Falls are the second cause of death worldwide, with elderly people being the ones who suffer them the most. Based on the above, Auximax was created as an user-friendly intelligent device for daily use.

This intelligent device has the capacity to reduce the time for assistance in an accident through an automatic alarm and therefore reduce sequels or consequences due to falling down, blows, injuries or any physical condition of similar nature. The device has a heart rate monitor. and an intelligent alarm capable of detecting sudden movements or risk situations based on the patient's cardiac condition, such device counts with a cell phone interface for easy access to family members and caregivers, and a graphic interface that allows visual information helping both the elderly and the caregiver; meaning that any of them can monitor what is happening before any given situation in real time based on the heart rate level of the user since a racing heart is a warning sign before, during and after any risk situation.

It is important to highlight that the main impact of using this smart device is to ensure a user-friendly source of help and at the same time reduce auxiliary response times for elderly populations who have conditions such as diabetes, hypertension, dementia, anxiety, etc which in a fall accident could be victims of major consequences due to these pathologies.

## Keywords

Gadget; elderly people; accident; eventuality.

## Introducción

Una persona es considerada adulta mayor al llegar a la edad de 65 años, según el Poder Judicial de la República de Costa Rica [1]. El ser humano al envejecer se enfrenta a varios cambios, entre ellos, el retiro del área laboral, variación de roles en la familia, estar más propenso a sufrir enfermedades, y el más notable donde se encuentra el enfoque de este proyecto es el cambio en el estado físico.

Muchas de las personas, cuando llegan a ser adultas mayores, deciden seguir viviendo solas, a pesar del deterioro físico y mental que llega a sufrir su cuerpo. Deciden mantener su estado de independencia y seguir velando por su propio bien, esto debido a que sienten incomodidad o miedo de depender de otras personas y que su valor como individuos se vea disminuido al tener que ser cuidadas por externos.

Según un estudio realizado por la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en Costa Rica, 109 312 adultos mayores viven completamente solos [2]. Al vivir solos, principalmente los que ya cuentan con deficiencias en su salud, empiezan a tener nuevos síntomas o el agravamiento de los ya existentes, y estos pueden pasar desapercibidos, debido a que no cuentan con una persona que pueda velar por ellos constantemente [3]. Uno de los principales riesgos que sufren los adultos mayores que viven solos son las caídas, esto debido a que sus hogares no están equipados con los cuidados necesarios como agarraderas o suelos poco resbalosos. Dichas caídas en adultos mayores se pueden definir como: “la ocurrencia de un evento que provoca inadvertidamente la llegada del paciente (el adulto mayor) al suelo o a un nivel inferior al que se encontraba. Debido a que las personas adultas mayores sufren de cambios tales como: reducción del control muscular, aumento de inestabilidad, problemas de balanceo, alteraciones visuales y entre otros cambios, esta población está predispuesta a sufrir caídas” [4].

Como consecuencia por sufrir una caída, los adultos mayores pueden padecer deterioros funcionales de distintos grados de severidad. También pueden causar el llamado síndrome post caída, el cual es el miedo a sufrir una caída nuevamente y pérdida de confianza a realizar una acción o actividad por temor a caerse. Además, se pueden sufrir hospitalizaciones e incluso muerte prematura relacionada a fracturas que no se trataron a tiempo [5].

En los últimos años, se ha visto un incremento exponencial de la población en Costa Rica y, como consecuencia, también ha habido un gran aumento en la población adulta mayor, siendo en el 2023 de 1 006 361 habitantes según datos brindados por el INEC [6]. Aproximadamente, 8 de cada 100 habitantes tiene 65 años o más, y para el año 2050, se espera que este dato aumente a 21 de cada 100 habitantes [7]. Por tanto, esta es una problemática que va en aumento debido a que, al haber más adultos mayores y menos adultos jóvenes que puedan hacerse responsables de ellos, la cantidad de caídas que no sean atendidas a tiempo y las consecuencias que traen consigo van a ser mayores.

A partir de lo anterior, el objetivo del presente trabajo es minimizar el tiempo de atención a adultos mayores en caso de accidente por medio de un objeto inteligente. Para ello, se diseña un sistema de detección de caídas/golpes, junto a un sistema de notificaciones, para que alerte a los encargados o familiares en caso de que el adulto mayor sufra alguna eventualidad y así, optimizar la seguridad de aquellos que viven solos.

## Metodología

Para la realización de este trabajo, se utilizó la metodología planteada para el curso de Diseño V de la Escuela de Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica, la cual se divide en las siguientes etapas:

### Etapa 1: Conceptualizando la idea

Se llevó a cabo una exploración de datos sobre posibles problemas que requirieran la utilización de un dispositivo inteligente como solución. De esta exploración surgió la idea de desarrollar un dispositivo destinado a reducir el tiempo de atención en casos de caídas o accidentes de adultos mayores. Además, para entender mejor el entorno y el contexto, así como conocer más sobre los usuarios, se realizó una investigación etnográfica [8] mediante entrevistas a adultos mayores.

El problema central identificado fue que los adultos mayores que viven solos y sin supervisión constante de familiares o cuidadores son propensos a sufrir accidentes que pueden resultar en lesiones graves. Para abordar este problema, se utilizó la técnica de análisis de lo existente [9], donde se descubrió que la mayoría de los productos actuales son de tamaño reducido, facilitando su uso sin interrumpir el diario vivir de los adultos mayores. Además, se utilizó la técnica del árbol de problemas [10] para comprender mejor la problemática (ver figura 1), lo que llevó a identificar la oportunidad de diseñar un objeto que informe a otras personas en caso de un accidente. La hipótesis de diseño propuesta fue: "Un objeto inteligente que detecte cuando un adulto mayor ha tenido una caída o accidente puede ayudar a reducir el riesgo de lesiones graves al notificar a sus familiares".

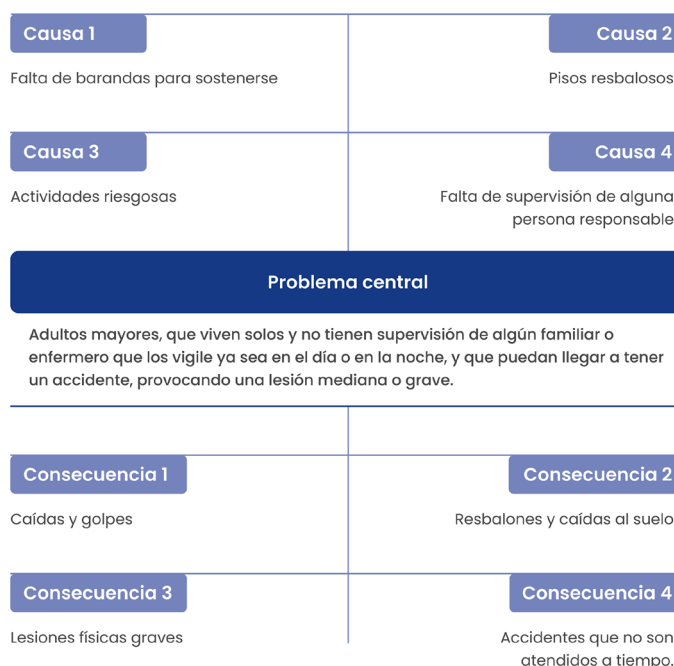


Fig. 1. Árbol de problemas realizado para conocer los obstáculos a solucionar con el dispositivo inteligente

Para organizar la información, se creó un diagrama de afinidad, categorizando actividades, condición física y entorno. Esto permitió establecer la necesidad de proporcionar ayuda ante accidentes de manera no invasiva y adaptada a las limitaciones de los adultos mayores. Además, se elaboró una lista de requerimientos y parámetros, que fue jerarquizada y validada mediante encuestas, las cuales revelaron que el 93% de los encuestados de una muestra de 46 personas en representación de una población usuaria tanto de adultos mayores como sus respectivos cuidadores o familiares estaban interesados en un producto que informara sobre accidentes relacionado a caídas.

## Etapa 2: Definiendo la forma

Se realizó un análisis ergonómico, el cual está compuesto por un análisis biomecánico, un análisis antropométrico y un análisis perceptual de productos ya existentes. Con esta información, se estableció el concepto de diseño [11], cuyo propósito es dirigir las especificaciones base del producto deseado. Además, se definió la idea conductora con la frase: "Preocupación por una movilidad segura", enfatizando la importancia de informar a los familiares cuando los adultos mayores sufren caídas para que puedan ser atendidos rápidamente y así evitar lesiones o afecciones mayores.

Con base en los resultados obtenidos, se desarrollaron bocetos iniciales mediante objetivos ponderados [12]. Se seleccionó la propuesta que mejor resolvía la problemática estableciendo así criterios de evaluación y asignando valores a cada uno de los diseños para ser evaluados de acuerdo con su margen de importancia, funcionalidad y simplicidad.

### Etapa 3: Definiendo la funcionalidad

Se utilizó nuevamente el árbol de problemas para concebir apropiadamente el funcionamiento del dispositivo y así definir sus funciones específicas y complementarias [13], las cuales se acomodaron en un árbol de funciones (ver figura 2). Se realizó un análisis tecnológico del cual se elaboró un diagrama del principio de funcionamiento del dispositivo. El resultado fue definido como un sistema implementando una arquitectura del producto y sus funciones, que fue validada mediante pruebas de usuario, en las que los principales hallazgos mostraron que todos los usuarios pudieron usar el *gadget* con éxito, ubicando fácilmente el botón de pánico y navegando de manera sencilla en la interfaz del dispositivo.

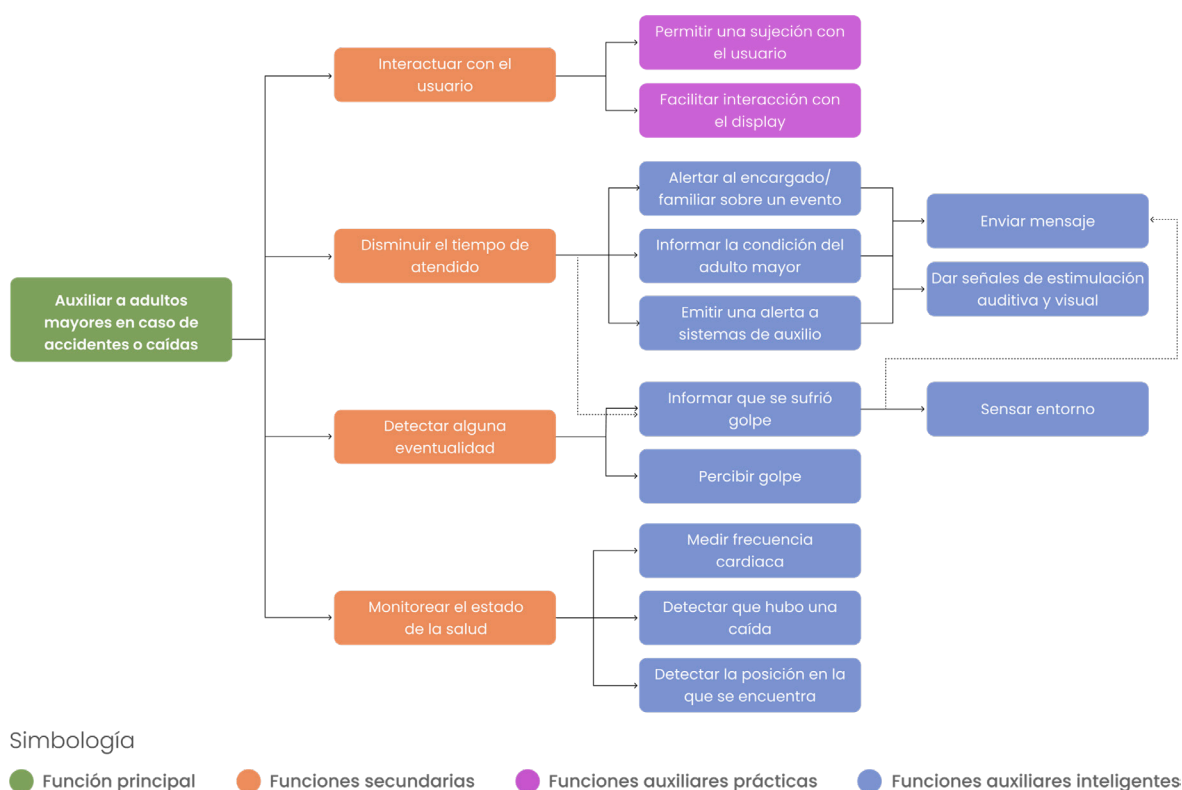


Fig. 2. Árbol de funciones realizado para definir las funciones principales, secundarias, auxiliares prácticas y auxiliares inteligentes.

### Etapa 4: Comprobando la solución

Esta etapa involucró la elaboración del prototipo, dividido en un modelo perceptual y un modelo funcional. Se detallaron los materiales utilizados y se mostró el resultado del diseño del dispositivo inteligente. Ambos prototipos fueron validados mediante pruebas de usuario, evaluando criterios tanto del modelo perceptual como del funcional, así como de la interfaz del *gadget* y la aplicación móvil; todo consolidado en una tabla de validación con la correspondiente información.

### Etapa 5: Documentando el resultado

En la última etapa, se elaboró un cuaderno técnico que describe los aspectos generales del dispositivo desarrollado, incluyendo sus funciones inteligentes y descripción de la interfaz del *gadget*, así como de la aplicación móvil.

Se documentó la arquitectura del producto, planos técnicos, componentes y programación. Además, se incluyó un manual de usuario detallando el funcionamiento del *gadget* (ver figura 3) y la aplicación móvil (ver figura 4), para así dar paso a la descripción del proceso de fabricación del prototipo y los costos generales del mismo.

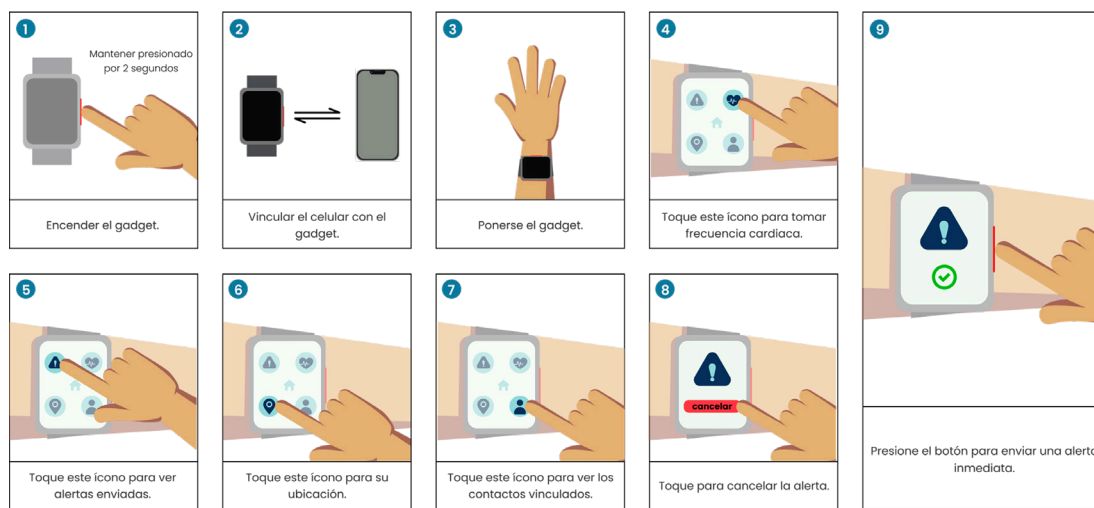


Fig. 3. Manual de usuario sobre el funcionamiento del gadget desarrollado.

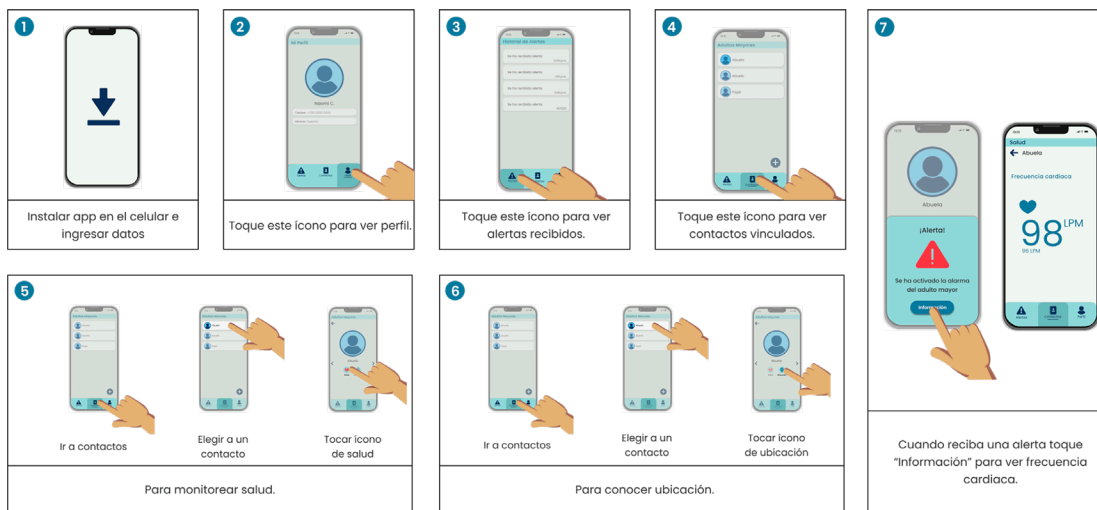


Fig. 4. Manual de usuario sobre el funcionamiento de la aplicación móvil.

## Resultados

Luego de aplicar la metodología planteada anteriormente, se decidió realizar un dispositivo para los adultos mayores que detecte cuando estos sufran un accidente o caída y que le avise a sus familiares, encargados o servicios de salud para que puedan ser atendidos con rapidez. Se pensó en hacer un dispositivo que pueda ser utilizado diariamente y en todo momento, sin que llegue a ser intrusivo para ellos; por lo que se optó por la elaboración de un reloj. Se decidió llamar al dispositivo Auximax debido a que es un dispositivo con el objetivo de auxiliar a los adultos mayores con la mayor rapidez posible.

La principal función del Auximax es detectar cuando el adulto mayor sufre una caída, esto se realiza por medio de un sensor que envía señales cuando detecta un golpe. Cuando se detecta la caída, se envía un mensaje a una aplicación de celular (ver figura 5) que tienen los familiares o encargados para que puedan auxiliar a los adultos mayores rápidamente. Una vez que se ha enviado el mensaje, Auximax emite un sonido para avisar al adulto mayor que su alerta ha sido enviada, de forma que se pueda sentir tranquilidad debido a que la ayuda viene en camino.

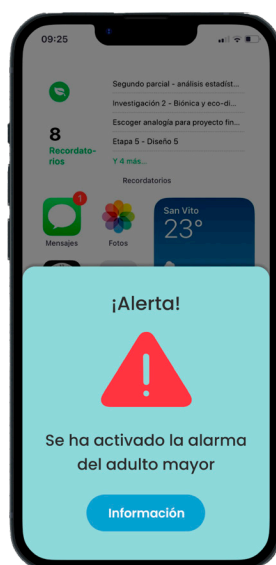


Fig. 5. Mensaje de alerta que reciben los usuarios de la aplicación.

Para evitar que se envíen falsas alarmas, cuando se detecta la caída, Auximax presenta un mensaje en la pantalla para cancelar el envío de la alerta, si no se cancela en 5 segundos, esta será enviada automáticamente (ver figura 6). Adicionalmente, Auximax posee un botón que cumple con dos funciones, de encendido y apagado cuando se presiona unos segundos, y también puede ser un botón de emergencia, que el adulto mayor puede presionar cuando requiera ser atendido por una situación diferente a sufrir una caída.





Fig. 6. Notificación de que la alerta ha sido enviada.

Otra funcionalidad que posee Auximax es la posibilidad de medir la frecuencia cardiaca, esto lo realiza por medio de un sensor que mide la frecuencia cardiaca al tener contacto con la piel de la persona que lo esté utilizando. La finalidad de esta función es informar a los familiares, encargados y servicios de la salud, sobre algunas condiciones de la salud del adulto mayor al momento de sufrir la caída, y así tener un parámetro más amplio de qué tan grave pudo ser la caída. Adicionalmente, el adulto mayor puede medir su frecuencia cardiaca cuando así lo desee.

Se decidió crear la carcasa de aluminio debido a que es un material resistente, es accesible y no muy pesado; lo cual es importante, debido a que es un dispositivo con el que los adultos mayores deben cargar constantemente en sus muñecas, por lo que, en caso de ser muy pesado, puede generar desgaste o lesión. Posee unas ranuras a los lados de la carcasa para colocar las correas, estas se realizaron con el objetivo de que las correas puedan ser intercambiables y el adulto mayor pueda utilizar el tipo que se adapte mejor a sus necesidades (ver figura 7).

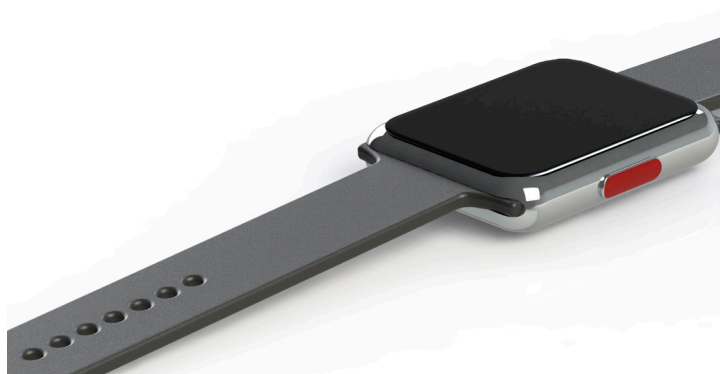


Fig. 7. Dispositivo inteligente Auximax.

Dentro de la carcasa del reloj se encuentran todos los componentes internos que lo conforman, los cuales son los sensores de golpe y de frecuencia cardiaca, una batería recargable, debido a que el reloj es inalámbrico; un pin de carga, un Arduino nano, un *buzzer* que emite el sonido de alerta, el cual se encuentra conectado al Arduino nano; un botón pulsador y el *display* de la pantalla (ver figura 8).

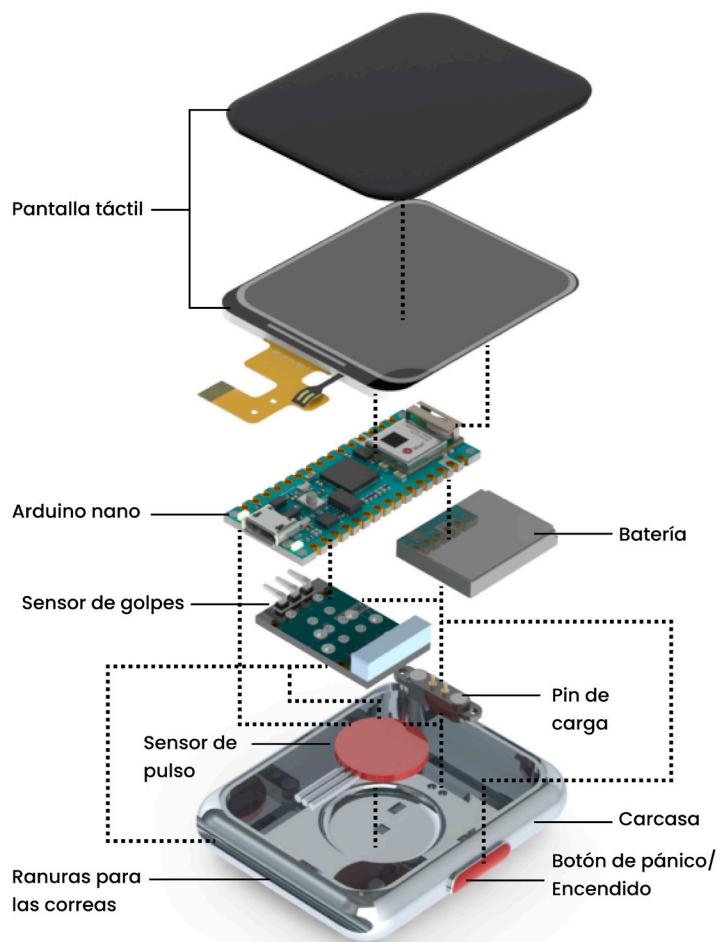


Fig. 8. Explosión de los componentes internos del reloj.

Se desarrolló una aplicación para celular que pueden descargar los familiares o encargados de los adultos mayores para recibir las alertas y mensajes que les notificará cuando estos requieran de su ayuda. La aplicación cuenta con una sección para ver los adultos mayores vinculados y conocer información sobre su frecuencia cardiaca y ubicación; además, posee un historial de alertas que se han recibido para tener un control de cuántas veces se ha tenido que auxiliar al adulto mayor. Finalmente, tiene una sección de perfil donde el familiar o encargado puede ver la información personal que ha colocado, como su nombre y número de celular (ver figura 9).



Fig. 9. Interfaz completa de la aplicación de celular.

La interfaz del reloj se realizó lo más sencilla que fuera posible, debido a que, al ser un dispositivo enfocado en adultos mayores, los cuales suelen tener mayor dificultad para utilizar dispositivos electrónicos, no puede ser difícil de comprender y de utilizar, ya que perdería parte de su usabilidad. Inicialmente, se muestra la hora, para llegar al menú principal se debe deslizar hacia cualquiera de los lados. Una vez que se encuentra en el menú principal, se muestran cuatro íconos que representen las funciones que se pueden realizar con el reloj. Se escogieron íconos que representan de manera rápida y sencilla la función. Las funciones de la interfaz del reloj incluyen una zona para ver el historial de alertas enviadas que informa el día y la hora en que se enviaron; una sección para medir la frecuencia cardiaca, los contactos de emergencia vinculados y la información de cada contacto; finalmente, la ubicación actual (ver figura 10).



Fig. 10. Interfaz completa del gadget.

## Discusión de resultados

Al realizar el prototipo del modelo físico del producto, se hicieron cuatro diferentes pruebas, las cuales se aplicaron a cuatro usuarios por cada una de las pruebas. Estos usuarios eran adultos mayores y personas cuidadoras o familiares de adultos mayores. Después de realizar pruebas de usuario, tanto el modelo físico de *gadget* como el modelo funcional, las interfaces del *gadget* y la aplicación, se obtuvieron resultados muy buenos. Todos los usuarios lograron colocarse el reloj sin problemas, esto quiere decir que su forma de uso es intuitiva. Al principio el botón de pánico del modelo no tenía color, por lo que algunos usuarios tuvieron problemas para identificarlo, pero después de añadir un color llamativo, los usuarios lograron identificarlo de forma más sencilla.

Con respecto al modelo funcional, prácticamente todos los usuarios lograron que el sensor de pulso cardíaco leyera sus datos. La mayoría de los usuarios lograron que el modelo percibiera que hubo un golpe sin problemas. Durante estas pruebas, se encontró que el sensor de golpes debía ser regulado, ya que detectaba “golpes” con mucha facilidad. Con respecto a la interfaz del *gadget* y la aplicación, para ambos casos, los usuarios lograron cumplir todas las tareas que se les pidió realizar sin problemas; tenía una navegación muy fluida por ambas interfaces. Para la interfaz del *gadget*, se encontró que la lectura se dificultaba un poco debido al tamaño de la letra, por lo que esto fue un cambio que se implementó posteriormente en la interfaz.

Para la implementación del modelo físico y el modelo perceptual en un solo objeto se tuvieron limitaciones, debido a que el integrar los sensores de pulso y de golpe fue algo que no se pudo lograr por la naturaleza del trabajo. Otra limitación que se presentó fue el poder vincular el celular con el *gadget* para que, en el momento en que el *gadget* perciba un golpe, el cuidador o familiar sea notificado. Por ello, se sugirió como necesidades para trabajos a futuro sobre el tema, la implementación de sensores ya utilizados a nivel de industria, que se adaptan mejor a las características deseadas de un producto ya industrializado; también investigar más a fondo el uso de procesos más industriales para la elaboración de la carcasa.

Por otro lado, en comparación con otros estudios que han evaluado la viabilidad de dispositivos contra caídas para la población adulta mayor y otros grupos de riesgo, se observa que estos dispositivos típicamente incluyen un sistema de detección de caídas y una función de alerta de emergencia. Además, es común que se requiera la participación tanto del usuario como de un cuidador para el funcionamiento efectivo del dispositivo. Por ejemplo, al comparar directamente Auximax con otro prototipo de funciones similares [14], se encuentran similitudes en áreas como el sistema de comunicación, el uso de una aplicación móvil, una arquitectura electrónica simple con la capacidad de integrar varios tipos de sensores y funciones, así como una usabilidad generalmente sencilla.

Sin embargo, a pesar de estas similitudes funcionales, se identifican diferencias significativas que podrían influir en la vida útil, efectividad y adaptabilidad del dispositivo. En primer lugar, el dispositivo de comparación es voluminoso y tiene forma de cinturón analógico, lo que puede generar respuestas arbitrarias o ambiguas debido a la utilización de un acelerómetro y giroscopio. Esta configuración dificulta la distinción precisa de los tipos de movimientos, lo que puede resultar en un mayor número de falsas alarmas. Por otro lado, Auximax fue diseñado como un dispositivo digital minimalista, adaptable a diversos contextos y escenarios, el cual cuenta con un sensor de impacto que podría distinguir con mayor fiabilidad situaciones de emergencia reales.

Al considerar estas diferencias entre un dispositivo grande y analógico y uno pequeño y digital, con forma de cinturón y reloj respectivamente, surgen posibilidades para investigaciones adicionales que aborden las situaciones objetivas más comunes que justifican la necesidad de un dispositivo de asistencia de este tipo. Áreas de investigación potenciales incluyen la experiencia del usuario en la interacción usuario-cuidador, el impacto en la calidad de vida y la autonomía proporcionada por el dispositivo, así como el comportamiento del dispositivo en diferentes escenarios, ya sea en el hogar, al aire libre, en entornos laborales o familiares, entre otros.

## Conclusiones

En conclusión, el desarrollo del dispositivo inteligente Auximax proporciona una asistencia constante y fácilmente accesible a usuarios de edad avanzada mediante el uso de la tecnología. El prototipo está diseñado para ser útil para esta población a través de un modelo físico táctil de carga sencilla, con una interfaz de usuario intuitiva y una presentación visual de la información que sea comprensible para el usuario. Este modelo físico del dispositivo inteligente incluye varias funciones y sensores, como un monitor cardíaco, una alarma, visualización de la hora, contactos y un sensor de sensibilidad física capaz de detectar movimientos bruscos como caídas.

En términos de funcionalidad, en caso de emergencia, se ofrece asistencia con solo tocar el botón pánico, también incluye un sistema que activaría la alarma automáticamente, contactará a un familiar o cuidador responsable del usuario en caso de que se detecte una caída. Para facilitar la comunicación constante entre el adulto mayor y el cuidador, se utilizará una aplicación móvil que establecería una relación digital simbiótica entre ambos. Esto ayudaría a mitigar varios riesgos significativos y, al mismo tiempo, proporciona al usuario un mayor grado de autonomía. Al no requerir la presencia física de un cuidador diariamente, el usuario experimentará una sensación de independencia fortalecida, derivada de la seguridad brindada por Auximax.

## Referencias

- [1] X. Fernández y A. Robles, “Capítulo 2 ¿Quiénes son y dónde están las personas adultas mayores?”, I Informe estado de situación de la persona adulta mayor en Costa Rica, A. Robles, Eds. Costa Rica: UCR/CONAPAM, 2008, cap. 2, ¿A qué edad se es persona adulta mayor?, pp.13. [En línea]. Disponible en: [https://ccp.ucr.ac.cr/espam/descargas/ESPAM\\_cap2web.pdf](https://ccp.ucr.ac.cr/espam/descargas/ESPAM_cap2web.pdf)
- [2] ENAHO. “Población de 60 años y más por grupos de edad según sexo y tamaño del hogar y otros”, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Costa Rica, julio 2022. Consultado: 15 Nov 2023 [En línea]. Disponible: [https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-12/resocialenaho2022-01\\_am\\_0.xlsx](https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-12/resocialenaho2022-01_am_0.xlsx)
- [3] D. B. Kaplan, “Ancianos que viven solos”, Manual MSD Versión para profesionales, <https://www.msmanuals.com/es-cr/professional/geriatr%C3%ADa/aspectos-sociales-en-los-ancianos/ancianos-que-viven-solos> (Consultado: 14 Nov, 2023)
- [4] H. Gac Espínola. “Caídas en el adulto mayor”, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Medicina, 2018. Consultado: 14 Nov, 2023 [En línea]. Disponible en: <https://medicina.uc.cl/publicacion/caidas-adulto-mayor/>
- [5] K. Kulzer Homann, X. Villalobos Cambroner, X. Fernández Rojas. “Relación Entre La Funcionalidad Y Caídas En La Población Adulta Mayor Del Proyecto Creles”, 2016. Consultado: 15-Nov-2023 [En línea]. Disponible en: <https://uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/214/141> [Consultado: 15-Nov-2023]
- [6] INEC Costa Rica. “ECE. II Trimestre 2023. Sinopsis de la condición de actividad de la población adulta mayor según zona y sexo”, Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023. [En línea] Disponible: <https://admin.inec.cr/sites/default/files/2023-08/reempleoeceiitri2023-04.xlsx>
- [7] G. Brenes Camacho, K. Masís Fernández y M. Rapso Brenes. “Envejecimiento poblacional y persona adulta mayor” II Informe estado persona adulta mayor, 2 ed., Costa Rica, G. Brenes Camacho, A. Robles Soto, Eds. Costa Rica: UCR, CCP, PIAM, CONAPAM, 2020, Cap. 1, Resumen, pp.19. [En línea]. Disponible: [https://archivo.cepal.org/pdfs/ebooks/segundo\\_Informe\\_estado\\_persona\\_adulta\\_mayor\\_CostaRica.pdf](https://archivo.cepal.org/pdfs/ebooks/segundo_Informe_estado_persona_adulta_mayor_CostaRica.pdf)
- [8] A. Milton y P. Rodgers, *Métodos de investigación para diseño de producto*, G. Sermon. Barcelona, Editorial Art Blume S.L., Ed. española, 2013, pp.21.
- [9] M. Gonzales Ramírez. “Lección 02 - Conceptualizando la idea y Análisis de lo existente” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 3 ago., 2023, pp. 3-5.
- [10] L. Araya Rojas. “Lección 08 - Fase Comprender: Árbol de problemas y Árbol de objetivos” presentado en Métodos de desarrollo de productos, 12-16 abr., 2021, pp. 1-6.
- [11] M. Gonzales Ramírez. “Lección 05 - Etapa 02: Definiendo la forma”, presentado en Diseño 5, 24 ago., 2023, pp. 2-3.

- [12] L. Araya Rojas. “Lección 12 - Fase Crear: Datum y Objetivos Ponderados”, presentado en Métodos de desarrollo de productos, 10 – 14 may., 2021, pp. 8-14.
- [13] M. Gonzales Ramírez. “Lección 08 - Etapa 03: Definiendo la funcionalidad”, presentado en Diseño 5, 14 sept., 2023, pp. 3-5.
- [14] D. A Mancilla Castro y B. J. Ochoa Cortes, “Implementación de un dispositivo electrónico para el estudio de posibles caídas durante la marcha del adulto mayor”, Tesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, D.C, 2017. [En línea]. Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7200/MancillaCastroDiegoAndr%-c3%a9s2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>