



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA**

**Ambient Assisted Living Aplicadas a la Mejora de la Vida del Adulto Mayor**

Proyecto final de graduación presentado como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Biomédica en la Universidad Latina de Panamá

Gabriel Ivan Morales Herrera

8-928-668

Director de Tesis:

Dr. Ernesto Ibarra

Asesor de Tesis:

Mgtr. Alfredo Lescher

Panamá, República de Panamá

2025



## DEDICATORIA

A quienes supieron esperar.

A mi familia y a mis amigos, que a pesar de mis pausas, mis distracciones, mis “el lunes empiezo” y mis silencios eternos, nunca dejaron de creer que algún día terminaría esta carrera.

A quienes me recordaron que ir lento no es lo mismo que rendirse. Que cada uno avanza a su modo, con sus propias batallas y tiempos, y que lo importante es no perder la meta de vista, aunque a veces uno se desenfoca o se pierda en el camino.

A mí mismo, por no haber soltado del todo. Por volver, una y otra vez, incluso cuando la motivación parecía haberse ido. Por haberme demostrado que, aunque haya dudas, cansancio o postergaciones, la voluntad no se extingue, solo se repliega por ratos.

A mis maestros, tutores y asesores, quienes con paciencia, sabiduría y compromiso me guiaron a lo largo de esta etapa formativa.

Su labor va mucho más allá de la transmisión de contenidos; han sido verdaderos referentes en ética, disciplina y vocación. Cada sugerencia, cada crítica constructiva y cada palabra de aliento han contribuido profundamente a este trabajo.

Esta tesis es prueba de que lo logré. Tarde, sí. Pero lo logré.



UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ  
DECLARACIÓN JURADA

Yo Gabriel Ivan Morales Herrera con pasaporte número 8-928-668, estudiante graduando del programa/carrera de Licenciatura en Ingeniería Biomédica declaro bajo la gravedad del juramento que el material que aparece en este trabajo de graduación, en la opción: de publicación científica (tesis, proyecto final, pasantía, otro), es de mi producción intelectual, en razón de lo cual exonero a la Universidad Latina de Panamá de cualquier responsabilidad relacionada a este aspecto. Para que conste firmo la presente declaración el día 15 del mes de octubre del año 2025.

Firma del estudiante: Gabriel M.

Pasaporte: 8-928-668.

## ÍNDICE.

|                                                                 | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN .....                                              | 4    |
| CAPÍTULO I.....                                                 | 5    |
| 1.0 El Problema.....                                            | 5    |
| 1.1 Antecedentes del Problema de Investigación.....             | 5    |
| 1.2 Planteamiento del Problema .....                            | 5    |
| 1.3 Justificación de la Investigación.....                      | 5    |
| 1.4 Objetivos.....                                              | 6    |
| 1.4.1 Objetivos Generales.....                                  | 6    |
| 1.4.2 Objetivos Específicos: .....                              | 6    |
| 1.5 Alcance y Límites de la Investigación.....                  | 6    |
| 1.6. Línea de Investigación a la que Pertenece el Estudio ..... | 6    |
| CAPÍTULO II.....                                                | 7    |
| 2.0 Marco Teórico .....                                         | 7    |
| 2.1. Antecedentes de investigaciones realizadas en el tema..... | 7    |
| 2.2. Bases Teóricas que sustentan la investigación.....         | 8    |
| CAPÍTULO III.....                                               | 15   |
| 3.0 Marco Metodológico .....                                    | 15   |
| 3.1 Tipo y Diseño de la Investigación .....                     | 15   |
| CAPÍTULO IV.....                                                | 16   |
| 4.0 Análisis e Interpretación de los Resultados .....           | 16   |
| CONCLUSIONES.....                                               | 21   |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                 | 22   |

## INTRODUCCIÓN

*El envejecimiento demográfico plantea desafíos multidimensionales en el cuidado y la calidad de vida de las personas con avanzada edad. En este contexto, las tecnologías de Ambient Assisted Living (AAL) han emergido como un recurso prometedor para mejorar la autonomía, la seguridad y el bienestar del adulto mayor. Sin embargo, para una implementación exitosa se deben superar ciertos desafíos. Dentro de los que destacan la elevada inversión inicial, la resistencia al cambio, privacidad de los datos y la brecha digital. Es por esta razón que estrategias en la implementación de estos sistemas AAL han sido ampliamente estudiadas a través de los últimos tiempos. Este artículo presenta una revisión del estado del arte sobre el papel que han tenido las AAL en la evolución y avances en el campo de la asistencia para adultos mayores, destacando su impacto en la promoción de entornos adaptables, sistemas de monitoreo inteligente y soluciones personalizadas de asistencia.*

*Palabras clave —Ambient Assisted Living, personas mayores, calidad de vida, atención sanitaria, participación social, tecnología, innovación.*

## CAPÍTULO I

### 1.0 El Problema

## 1.1 Antecedentes del Problema de Investigación

El envejecimiento de la población es un fenómeno global que está transformando la estructura demográfica de muchos países [1]. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el año 2050, al menos el 22% de la población será mayor de 65 años [2]. En el año 2020 el número de personas con 60 años o más, superó a la cantidad de niños menores de cinco años [2]. El envejecimiento se caracteriza por una pérdida progresiva de la integridad fisiológica y psicológica [3]. Lo que da lugar al deterioro de las funciones básicas y una mayor vulnerabilidad a la muerte (movilidad, fragilidad y susceptibilidad a enfermedades) [4]. Las caídas representan una de las principales causas de lesiones graves y muertes [5]. La pérdida de equilibrio, debilidad muscular y los problemas de visión aumentan el riesgo de que los adultos mayores tengan accidentes al vivir solos [5], [6]. Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), contribuyen de manera importante a la mortalidad en este grupo [3]. El aislamiento social y la depresión son factores relevantes [6], [7]. La falta de interacción social y apoyo emocional pueden tener un impacto significativo en la salud mental [8]. Lo anterior, afecta la calidad de vida y la capacidad de respuesta ante emergencias médicas [7]. Además, la falta de supervisión médica y asistencia regular puede exacerbar el impacto de estas condiciones [9]. Esto puede provocar eventos médicos graves, cuando no se manejan adecuadamente, en un entorno no asistido [10].

## 1.2 Planteamiento del Problema

Las caídas representan una de las principales causas de lesiones graves y muertes [5]. La pérdida de equilibrio, debilidad muscular y los problemas de visión aumentan el riesgo de que los adultos mayores tengan accidentes al vivir solos [5], [6]. Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), contribuyen de manera importante a la mortalidad en este grupo [3]. El aislamiento social y la depresión son factores relevantes [6], [7]. La falta de interacción social y apoyo emocional pueden tener un impacto significativo en la salud mental [8]. Lo anterior, afecta la calidad de vida y la capacidad de respuesta ante emergencias médicas [7]. Además, la falta de supervisión médica y asistencia regular puede exacerbar el impacto de estas condiciones [9]. Esto puede provocar eventos médicos graves, cuando no se manejan adecuadamente, en un entorno no asistido [10].

El periodo de recuperación de un adulto mayor suele diferir de un adulto promedio debido a varios factores [11]. En primer lugar, la velocidad de recuperación tiende a ser más lenta en adultos mayores debido al envejecimiento [12]. Los cambios fisiológicos, pueden prolongar el tiempo necesario para sanar lesiones o enfermedades [12]. La recuperación en adultos mayores a menudo requiere un enfoque integral, que considera no solo los aspectos médicos, sino también el apoyo, emocional y funcional [13]. Esto es crucial para propiciar un entorno de cuidado adecuado y personalizado.

En una sociedad, la población no activa depende de la población activa [26]. El aumento de la esperanza de vida, y la disminución de la tasa de natalidad, contribuyen a la disminución de la población activa e impacta directamente al aumento de la dependencia de las personas mayores [27]. Esto se puede observar al comparar los llamados coeficientes de dependencias de la tercera edad. Este índice comparara el número de personas (entre 20 y 65 años) por cada 100 habitantes [24], [28]. En la UE esta cifra aumenta constantemente. En 1950 solo había 16 ancianos por cada 100 habitantes, en 2015 subió a 28 y para 2050 se espera que llegue a 50 [20]. El Fondo Monetario Internacional (FMI), estima que el índice de dependencia en Asia

podría llegar a 70.9 en Japón para el 2050, seguido por Korea con 65.8 y Hong Kong con 64.6[24].

En este contexto se pueden observar tendencias similares, aunque menos drásticas, en Estados Unidos, Canadá y Australia. El índice de dependencia en estos países habrá superado los 40, y se mantendrá por debajo de 50 hasta el 2050 [24], [28]. Estas proyecciones muestran la necesidad de tomar medidas para reducir la dependencia de los adultos mayores y promover la autonomía de los mismos.

Aunque la esperanza de vida ha aumentado, esto no significa que los años adicionales se vayan a pasar de forma más saludable [1], [29]. Por ejemplo, en la UE las mujeres viven una media de 64,2 años sanas, seguidos de 19,4 años con discapacidad. Los hombres viven cinco años menos de la media y, por tanto, 5 años menos con discapacidad [1]. También se observa un aumento de las enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y enfermedades mentales [4], [30]. El creciente número de ancianos con una elevada esperanza de vida y el aumento general de las ECNT ponen a prueba la oferta de servicios sanitarios [4], [31].

### **1.3 Justificación de la Investigación**

A nivel mundial, el envejecimiento de la población plantea desafíos socioeconómicos y exige enfoques innovadores. En este contexto, las tecnologías de Ambient Assisted Living (AAL) se proponen como una herramienta innovadora con la potencialidad de mejorar la calidad de vida de las personas mayores [14], [15], [16]. Las tecnologías de AAL se sitúan dentro del ámbito multidisciplinario de la ingeniería biomédica, la tecnología de la información y la comunicación (TIC) y la gerontología [15]. Dichas tecnologías son investigadas ampliamente a nivel mundial para el desarrollo de innovadores productos y servicios [17].

Dado el creciente interés de la comunidad científica en las tecnologías AAL [18], este artículo presenta una revisión del estado del arte sobre el uso de dichas tecnologías en el contexto del envejecimiento. Se analizan y sistematizan los principales avances, retos y oportunidades, con especial énfasis en cómo estas herramientas pueden contribuir a mejorar la autonomía, la seguridad, la atención médica y la participación social de los adultos mayores [19]. Este análisis busca proporcionar una visión integral de las posibilidades que ofrece la tecnología para apoyar una vida autónoma en la vejez.

### **Disminución de la oferta de asistencia:**

La demanda de servicios sanitarios está aumentando. Pero la oferta de atención puede ser insuficiente debido a la reducción de la población activa [29]. El descenso de la población en edad de trabajar se observa sobre todo en los países que se encuentran en la tercera fase de la transición demográfica [22], [32]. Allí, la creciente demanda de asistencia sanitaria aumenta la carga que soportan estos proveedores de servicios. Los cuidadores informales, como los familiares, se ven especialmente afectados[33]. En la UE representan el 80% de los cuidados prestados[34]. Allí, las personas de entre 50 y 74 años desempeñan un papel importante [29],



[33], ya que son los cuidadores principales de los adultos mayores de más de 85 años. Además, de la disminución de los cuidadores informales, también puede producirse una escasez general de cuidadores formales [29][34]. Esto no sólo se debe a la menor proporción de la población en edad de trabajar, sino también a la situación del sector formal de los cuidadores [35]. La ocupación de cuidadores de adultos mayores se caracteriza por una baja satisfacción laboral, una alta rotación y pocas oportunidades profesionales [29][34]. Dicha ocupación está experimentando una elevada demanda en el sector sanitario, que podría no estar cubierta, promoviendo un aumento de los costes de estos servicios [36], [37].

El aumento de los costos de asistencia para adultos mayores representa un desafío crucial en la actualidad [36]. Esto como consecuencia de la mayor demanda y la menor oferta [38]. Una población más longeva y, en general, con más enfermedades, requiere servicios de asistencia sanitaria con más frecuencia a lo largo de su vida [39]. Al mismo tiempo, en los países que se encuentran en la tercera fase de transición demográfica, cada vez menos personas cotizan a los sistemas públicos de asistencia sanitaria [29],[39]. Esto conlleva, al incremento sustancial en los costos de atención sanitaria. Esta realidad, en conjunto con el aumento generalizado de los gastos asociados al tratamiento médico [37], ejerce una influencia directa en el alza de los costos globales de la asistencia sanitaria [40], [41].

### **Envejecer en casa:**

Debido a las tendencias demográficas descritas se demanda y necesita más asistencia sanitaria, sobre todo para las personas mayores [42]. Sin embargo, las personas que necesitan asistencia prefieren la ambulatoria a la estacionaria. Estar en una institución de cuidados fijos suele ir unido a una pérdida de independencia por parte de los pacientes [43]. En cambio, en un entorno familiar, las personas se sienten más responsables de sí mismas [33], [39]. La mayoría de las personas mayores valora la sensación de poder tomar sus propias decisiones [44]. Esta tendencia a "envejecer en casa" ofrece la oportunidad de mantener la conexión con la vida cotidiana, preservar la autonomía y disfrutar de un entorno adaptado. Contribuyendo en gran medida a la calidad de vida en la vejez [45]. Además, los cuidados en casa pueden ser más adecuados y fáciles de proporcionar y coordinar por los prestadores de salud [46].

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivos Generales**

- Analizar el estado del arte, evolución, aplicaciones y desafíos de las tecnologías Ambient Assisted Living (AAL) en el contexto del envejecimiento poblacional, con el propósito de identificar su impacto en la mejora de la autonomía, seguridad, salud y calidad de vida de las personas adultas mayores.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Describir las principales características del envejecimiento demográfico y los desafíos que este fenómeno representa para los sistemas de atención sociosanitaria en diferentes contextos geográficos.
- Examinar la evolución tecnológica de los sistemas AAL, considerando sus tres generaciones y el grado de integración con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la computación en la nube.
- Clasificar y caracterizar las tecnologías AAL más relevantes en la actualidad, identificando sus aplicaciones, niveles de innovación, escenarios de implementación y grado de adaptabilidad a las necesidades del adulto mayor.
- Analizar las ventajas y limitaciones de las soluciones AAL, considerando aspectos técnicos, éticos y sociales, con énfasis en la privacidad de los datos, la accesibilidad tecnológica y la aceptación por parte de los usuarios.

### **1.5 Alcance y límites de la investigación**

Este estudio analiza el desarrollo y aplicación de tecnologías Ambient Assisted Living (AAL) enfocadas en mejorar la calidad de vida de los adultos mayores. Abarca la evolución de estas tecnologías, su clasificación, ventajas, desventajas y principales desafíos, con énfasis en la autonomía, seguridad y atención personalizada en entornos domiciliarios.

La investigación se limita a una revisión documental, sin incluir trabajo de campo ni validación experimental. Se enfoca exclusivamente en adultos mayores en el hogar, sin abordar otros entornos como instituciones geriátricas, y considera literatura científica disponible hasta el año 2024.

### **1.6. Línea de investigación a la que pertenece el estudio**

Línea de investigación documental.

## **CAPÍTULO II**

### **2.0 Marco Teórico**

#### **2.1. Antecedentes de investigaciones realizadas en el tema**

##### **A. Evolución de AAL**

Las AAL han experimentado una evolución significativa desde su concepción. Cada vez se van desarrollando sistemas más complejos. Esta evolución se ha desarrollado a lo largo de tres generaciones distintas [47], [57]. En la primera generación se implementaban sistemas básicos (botones), con la segunda el objetivo se centraba brindar soluciones más integrales (sensores

de monitoreo) y con la tercera el objetivo es crear entornos más inteligentes y adaptativos (IA, IoT, etc.) [43]. El desarrollo y la adopción de las generaciones específicas no están ligados a años precisos, ya que su evolución es más fluida y se superponen en el tiempo.

### 1. Primera generación

La primera generación de AAL se caracteriza por sistemas de asistencia básicos diseñados para proporcionar ayuda en situaciones de emergencia o necesidad inmediata [47]. Algunos detalles adicionales de esta primera fase incluyen:

**Dispositivos de alarma personal:** Estos sistemas consisten principalmente en alarmas portátiles, como botones de emergencia, que los usuarios llevan consigo[58]. En caso de una situación de peligro o emergencia, el usuario puede activar este dispositivo para solicitar ayuda[59].

**Funcionamiento sencillo:** La operación de estos dispositivos suele ser bastante simple, con una función principal de alertar a los servicios de emergencia o a un contacto designado[15].  
**Enfoque reactivo:** La principal función de esta generación es reaccionar ante una emergencia específica una vez que se ha producido, proporcionando una manera rápida y directa de obtener ayuda[60].

**Limitaciones en la funcionalidad:** Aunque efectivos en situaciones de emergencia, estos dispositivos de la primera generación pueden tener limitaciones en su capacidad para proporcionar un monitoreo continuo o anticiparse a situaciones de riesgo[47].

En resumen, la primera generación de AAL se centra en la capacidad de responder a emergencias con dispositivos de alarma simples y portátiles, ofreciendo una solución reactiva para situaciones críticas.

### 2. Segunda generación.

La segunda generación de AAL representa un avance significativo hacia sistemas más integrales y tecnológicamente avanzados [47]. Algunos aspectos destacados de esta etapa incluyen:

**Integración de sensores y tecnología de monitorización:** Esta generación incorpora sensores en el hogar para recopilar datos sobre el entorno y el comportamiento del usuario[14]. Estos dispositivos monitorean patrones como la actividad

física, el sueño, la temperatura ambiente y otros factores relevantes para la salud y el bienestar.

**Detección de patrones y riesgos potenciales:** Los sistemas de la segunda generación están diseñados para analizar los datos recopilados por los sensores y detectar patrones anómalos o situaciones de riesgo[55]. Por ejemplo, pueden identificar una caída o un cambio significativo en la rutina diaria del usuario [61].

**Respuesta proactiva y alertas tempranas:** Una vez detectada una situación de riesgo o cambio inusual, estos sistemas pueden enviar alertas a familiares, cuidadores o servicios médicos, permitiendo una respuesta proactiva ante posibles emergencias o necesidades [62].

**Mayor personalización y adaptabilidad:** La capacidad de estos sistemas para adaptarse a las necesidades y preferencias individuales del usuario es más avanzada. Pueden ajustar la

configuración según las preferencias del usuario y ofrecer una mayor personalización en la atención y el monitoreo[63], [64].

En resumen, la segunda generación de AAL introduce la incorporación de sensores y tecnología de monitorización para detectar patrones y riesgos potenciales, permitiendo una respuesta más proactiva ante situaciones de riesgo y una mayor adaptabilidad a las necesidades individuales.

### 3. Tercera generación.

La tercera generación de AAL representa un salto significativo hacia la creación de entornos verdaderamente inteligentes y adaptativos [47]. Aquí están algunas características clave de esta etapa:

**Inteligencia Ambiental avanzada:** Esta generación se basa en tecnologías avanzadas como la IA, el Machine Learning (ML) y el IoT para crear entornos que comprenden, anticipan y responden de manera autónoma a las necesidades del usuario [65], [66].

**Sistemas autónomos y adaptativos:** Los entornos de la tercera generación son capaces de aprender de las interacciones y comportamientos del usuario, ajustando dinámicamente el entorno para mejorar la comodidad, seguridad y eficiencia. Por ejemplo, pueden ajustar la iluminación, la temperatura o los recordatorios en función de las preferencias y necesidades del usuario [66], [67].

**Predicción y prevención de riesgos:** Estos sistemas pueden prever posibles riesgos o situaciones problemáticas antes de que ocurran. Por ejemplo, detectar patrones de salud que podrían indicar un riesgo de caída y tomar medidas preventivas[68], [69].

**Interconexión y adaptabilidad total:** Los dispositivos y sistemas de esta generación están altamente interconectados, permitiendo una comunicación fluida entre diferentes dispositivos y adaptándose de manera integral a las necesidades cambiantes del usuario[70], [71].

En resumen, la tercera generación de AAL va más allá de la simple detección y respuesta a riesgos, desarrollando entornos verdaderamente inteligentes que aprenden, se adaptan y anticipan las necesidades del usuario para mejorar su calidad de vida y promover una mayor autonomía.

AAL se distinguen de otras herramientas de ciber-salud por su enfoque en promover la independencia de los individuos dentro de sus hogares. El desarrollo de las tecnologías AAL ha evolucionado a lo largo de tres generaciones. Siendo la más reciente aquella que se beneficia de los avances en inteligencia ambiental. El interés global en la investigación de AAL ha crecido notablemente debido a factores socioeconómicos relevantes. Una vez establecidos los antecedentes de AAL, las secciones posteriores de este artículo se dedican a brindar una visión integral de las aplicaciones más habituales de esta tecnología, sus usuarios y la receptividad hacia estos dispositivos.

## 2.2. Bases teóricas que sustentan la investigación

El término *Ambient Assisted Living* (AAL) se mencionó por primera vez en los programas marco de investigación de la UE en 2004 [47]. Aún no se ha adoptado una definición universal de este término. El concepto de AAL puede considerarse dentro de un campo de la asistencia

sanitaria denominado salud electrónica o e-salud [48]. Las TIC en el ámbito sanitario pueden utilizarse en la ciber-salud de diferentes maneras [49]. Por ejemplo, la telemedicina utiliza las telecomunicaciones y la informática para comunicarse con pacientes distantes [49]. En cambio, AAL se centra en el entorno doméstico del usuario a través de tecnología de asistencia [47], [50]. Los residentes (adultos mayores) deben poder vivir de forma independiente en su hogar. En este caso, las soluciones AAL pueden abarcar desde la propia vivienda hasta infraestructuras con sensores y actuadores, hasta servicios de asistencia sanitaria [18], [51], [52]. Esta característica da lugar a una diversidad de posibilidades de apoyo al residente mediante las TIC. Que, aunque no se ha adaptado una definición universal de AAL. Una definición común de AAL es el resultado de la evolución de las tecnologías de asistencia generales debido al progreso tecnológico. Las AAL son cualquier dispositivo o sistema que permite a un usuario vivir de forma independiente, ayudándole a realizar tareas que no podría hacer por sí mismo. Estos dispositivos o sistemas pueden ser simples bastones como andaderas hasta más complejos como robot de asistencias, sistemas de monitoreo o alarmas para la seguridad del hogar, etc. [51], [53]. Con el progreso tecnológico general, estas tecnologías se han hecho más avanzadas.

En particular, el desarrollo de la combinación de inteligencia ambiental y tecnologías de asistencia ha jugado un papel decisivo en el desarrollo del AAL [47]. Utilizando los últimos avances en TIC para crear un entorno digital que actúe como mediador para los residentes en sus actividades diarias [54]. Para lograrlo, la inteligencia ambiental integra redes de sensores que recopilan datos de los usuarios y del entorno. El sistema extrae conclusiones de los datos recopilados y luego, de forma proactiva pero discreta, toma medidas que benefician la vida diaria de los ciudadanos [55].

El término AAL hace referencia a la aplicación de un paradigma de computación consciente del entorno. El cual se integra de manera imperceptible en el ambiente. Este enfoque se emplea específicamente en el desarrollo de tecnologías destinadas a brindar asistencia a las personas. Especialmente aquellas con necesidades especiales o que requieren cuidados adicionales [17], [56]. Este enfoque respecto a la naturaleza de los dispositivos AAL, adopta avances tecnológicos más recientes, tales como la inteligencia artificial (IA), internet de las cosas (IoT) y los servicios en la nube [55].

#### Propiedades de los Ambient Assisted Living (AAL).

Este enfoque tecnológico ha proporcionado soluciones innovadoras. Para adaptar en los entornos domésticos, brindar asistencia personalizada y fomentar la independencia de las personas de la tercera edad. Consideramos que en el ámbito de este campo es muy amplio. En este sentido presentamos un escenario donde convergen todas las partes que componen la infraestructura de un AAL [48], [65]. Por este motivo la topología de entornos AAL la dividimos en 4 niveles [70]. (ver figura. 3): *a). Adquisición de datos* (Sensores, WBAN. etc.), *b). Comunicación* (IEEE 802.15.6, Zigbee, WLAN, etc.), *c). Procesamiento y análisis de datos* (procesamiento de bioseñales, IA, etc.) *d). Servicios y aplicaciones* (atención directa, servicio comunitario etc.)

#### A. Adquisición de Datos:

Es fundamental para recopilar información relevante sobre el entorno y las actividades de las personas mayores [54].

Estos datos se obtienen a través de diversas fuentes, entre las que se incluyen:

**Sensores:** Dispositivos como sensores de movimiento, sensores de temperatura, cámaras, sensores de presión en colchones o almohadas, entre otros, se utilizan para recopilar datos sobre la actividad física, la ubicación, la calidad del sueño, la detección de caídas y otros aspectos relevantes para la salud y el bienestar [72].

**Dispositivos portátiles:** Tecnologías como relojes inteligentes, pulseras de actividad o dispositivos de seguimiento personal recopilan datos sobre la actividad física, la frecuencia cardíaca, los patrones de sueño y, en algunos casos, la ubicación [72].

**Dispositivos de asistencia inteligente:** Sistemas domésticos inteligentes recopilan datos sobre el uso de electrodomésticos, iluminación, termostatos, lo que proporciona información sobre las rutinas diarias y las preferencias del usuario [55].

**Aplicaciones y plataformas digitales:** Las aplicaciones y plataformas diseñadas para AAL pueden recopilar datos directamente de los usuarios, como sus hábitos de vida, horarios, mediciones de salud, entre otros aspectos relevantes para ofrecer una asistencia más personalizada [67].

La recopilación de estos datos es esencial para comprender el comportamiento, las necesidades y los patrones de los usuarios [73]. El *Middleware* recibe los datos brutos de los sensores y los elabora para extraer información compleja. Lo que a su vez permite desarrollar soluciones más efectivas y personalizadas. Los principales componentes de la arquitectura se muestran en la Figura 4. Es crucial garantizar la privacidad y seguridad de estos datos para proteger la confidencialidad y la integridad de las personas [74].

## B. Comunicación

Esta capa facilita la transferencia de datos entre los dispositivos y los sistemas de gestión y control [76]. Puede incluir:

**Redes inalámbricas:** Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, etc. **Protocolos de comunicación:** MQTT, HTTP, CoAP, etc. **Interfaces de usuario:** Aplicaciones móviles, paneles de control web, interfaces de voz, etc

## C. Procesamiento y análisis de Datos.

Aquí se procesan los datos recopilados por los sensores para extraer información relevante y tomar decisiones. Puede incluir:

- **Plataformas de análisis de datos:** Software para analizar y procesar grandes volúmenes de datos.
- **Algoritmos de inteligencia artificial:** Para detección de patrones, predicciones, reconocimiento de actividad, etc.
- **Sistemas de gestión de reglas:** Para activar alertas, automatizar acciones, etc.

## D. Servicios y aplicaciones.

Esta capa ofrece servicios y aplicaciones que aprovechan los datos procesados para brindar soporte directo al usuario[77]. Puede incluir:

- Sistemas de alerta y notificación: Para emergencias a familiares, recordatorios, etc.
- Plataformas de teleasistencia y telemedicina: Comunicación con profesionales de la salud, consultas remotas, seguimiento de tratamientos, etc.
- Aplicaciones de control del hogar inteligente: Para automatización de tareas, ajuste de entorno doméstico, etc

Este enfoque proporciona una perspectiva integral en la cual los términos previamente mencionados se amalgaman para desarrollar tanto sistemas complejos como soluciones más sencillas, adaptadas con el propósito de satisfacer las necesidades de atención de los adultos mayores.

## **CAPÍTULO III**

### **3.0 Marco Metodológico**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

Esta investigación es de tipo documental, con un enfoque descriptivo y analítico. Se realizó a través de una revisión del estado del arte en torno a las tecnologías Ambient Assisted Living (AAL), su evolución, aplicaciones y su impacto en la mejora de la calidad de vida de los adultos mayores. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda sistemática en bases de datos científicas reconocidas como: Google Scholar, PubMed, Scopus, IEEE Xplore, SpringerLink, ScienceDirect y LatIndex.

La estrategia de búsqueda se enfocó en artículos publicados entre los años 2010 y 2024, en idioma español e inglés, que abordaran el desarrollo, implementación, ventajas y desafíos de los sistemas AAL en el contexto del envejecimiento poblacional. Las palabras clave utilizadas fueron: *Ambient Assisted Living*, *AAL technologies*, *aging population*, *elderly care*, *smart environments*, *telemedicine*, *eHealth*, *autonomy*, *digital health* y *gerontechnology*.

Se consideraron tanto artículos teóricos como estudios aplicados, además de revisiones bibliográficas relevantes. Se incluyeron investigaciones enfocadas en dispositivos y plataformas orientadas a promover la autonomía, seguridad y monitoreo de adultos mayores. Se excluyeron trabajos que no estuvieran directamente relacionados con adultos mayores o que se centraran exclusivamente en otras poblaciones, tecnologías no asistenciales o contextos hospitalarios.

La última búsqueda bibliográfica se realizó el 20 de marzo de 2024. Los autores seleccionaron los artículos a partir de la revisión de títulos, resúmenes y texto completo, aplicando criterios de pertinencia, actualidad y relevancia científica. En total se identificaron 134 publicaciones, de las cuales se seleccionaron 56 estudios principales y 16 fuentes complementarias, para un total de 72 referencias incluidas en el presente trabajo.

## CAPÍTULO IV

### 4.0 Análisis e interpretación de los resultados

En la actualidad existen numerosos estudios y tecnologías han sido desarrollados para implementar y describir aspectos generales en el diseño de sistemas AAL. Existe una amplia variedad de tecnologías AAL disponibles para asistir a los adultos mayores, esta sección se enfocará en realizar una clasificación y describir características de innovación de las 6 tecnologías AAL más prevalentes en el panorama actual como se muestra en la tabla 1.

Uno de los principales desafíos a los que se enfrentan en el desarrollo de las tecnologías AAL es la necesidad de conciliar la innovación tecnológica con las complejas y diversas necesidades de los usuarios. Este proceso implica la



integración efectiva de dispositivos, sistemas y aplicaciones que sean intuitivos, adaptables y centrados en el usuario que en este estudio se centra en los adultos mayores.

#### A. Clasificación de sistemas AAL

La Tabla I muestra clasificación general de los sistemas AAL brindando una visión más detallada de sus principales características de innovación y diferentes escenarios de implementación.

**Tabla 1**  
**Clasificación General de las principales tecnologías**

| N° | Tecnología AAL                             | Descripción                                                                                                                                                                           | Características (Innovación)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Escenario de Implementación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Referencia                                                        |
|----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Sistemas de monitorización de salud</b> | Dispositivos que monitorean constantemente la salud del adulto mayor, como sensores de actividad, monitores de frecuencia cardíaca, dispositivos de seguimiento de sueño entre otros. | <p><b>Sensores inteligentes:</b></p> <p>Dispositivos que pueden monitorear constantemente signos vitales como la presión arterial, el ritmo cardíaco, la temperatura corporal y niveles de actividad física.</p> <p><b>Wearables y dispositivos portátiles:</b> Relojes inteligentes, pulseras y otros dispositivos portátiles que pueden registrar datos de salud y actividad, permitiendo un seguimiento continuo y accesible.</p> <p><b>Integración de IA y análisis de datos:</b> Utilización de inteligencia artificial para analizar los datos recopilados y proporcionar alertas tempranas</p> | <p><b>Hogar del adulto mayor.</b></p> <p><b>Dispositivos portátiles:</b> Uso de wearables, como relojes inteligentes o pulseras, que registran datos de salud y actividad del usuario.</p> <p><b>Plataformas de seguimiento:</b> Aplicaciones o sistemas que recopilan y analizan los datos de salud, permitiendo un seguimiento remoto por parte de cuidadores o profesionales de la salud.</p> | <p>[1][2][3][5]</p> <p>[2]</p> <p>[4][6][7][8]</p> <p>[9][10]</p> |

sobre posibles problemas de salud o cambios en el comportamiento.

**Comunicación remota:**

Plataformas que permiten la comunicación directa entre el adulto mayor y los profesionales de la salud, facilitando consultas a distancia y seguimiento médico.

|    |                                        |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                  |
|----|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2. | <b>Sistemas de alerta y emergencia</b> | Tecnologías que permiten a los usuarios pedir ayuda en caso de emergencia, como botones de alerta portátiles o sistemas automáticos que detectan caídas y envían notificaciones. | <b>Geolocalización:</b> Capacidades para rastrear la ubicación del adulto mayor en tiempo real, lo que facilita una respuesta más rápida en situaciones de emergencia fuera del hogar.<br><b>Detección de patrones de comportamiento:</b> Utilización de algoritmos para identificar cambios significativos en el comportamiento diario, lo que podría indicar una emergencia o una situación de riesgo.<br><b>Comunicación bidireccional:</b> Sistemas que permiten una comunicación bidireccional entre el usuario y los servicios de | <b>Entorno Residencial:</b><br><b>Sensores de emergencia:</b> Instalación de sensores inteligentes en el hogar que detectan caídas, cambios repentinos en la salud o patrones de actividad anormales.<br><b>Dispositivos portátiles:</b> Uso de dispositivos portátiles como relojes o colgantes con botones de emergencia para permitir que el usuario solicite ayuda rápidamente.<br><b>Integración con sistemas de atención:</b> Conexión directa con centros de atención médica o familiares para proporcionar | [2][3][1]<br>[4]<br>][8][9]<br>[11][10][1]<br>2] |
|----|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

emergencia, lo que permite obtener información adicional o tranquilizar al usuario durante una emergencia. una respuesta inmediata en caso de emergencia.

---

|                                                     |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>3. Sistemas de teleasistencia y telemedicina</b> | Plataformas y dispositivos que permiten la comunicación remota con profesionales de la salud, facilitando consultas médicas y seguimiento de tratamientos sin necesidad de desplazamiento. | <b>Integración de datos y dispositivos:</b><br>Plataformas que permiten la integración de datos de diferentes dispositivos de salud para ofrecer una visión más completa del estado de salud del adulto mayor.<br><b>Inteligencia Artificial en diagnósticos:</b><br>Utilización de IA para análisis de imágenes médicas o datos de salud, ayudando en diagnósticos más precisos y rápidos.<br><b>Comunicación mejorada:</b><br>Herramientas de comunicación bidireccional que permiten una interacción más fluida entre el adulto mayor y los proveedores de atención médica. | <b>Hogar del Adulto Mayor: Plataformas de teleasistencia:</b> Conexión directa con centros de atención médica a través de dispositivos o sistemas de comunicación para solicitar ayuda en caso de emergencia.<br><b>Telemedicina:</b><br>Uso de herramientas y aplicaciones para realizar consultas médicas a distancia, incluyendo videoconferencias con profesionales de la salud.<br><b>Monitoreo remoto:</b><br>Sistemas que permiten a los médicos y cuidadores monitorear signos vitales y datos de salud a distancia, sin la necesidad de visitas presenciales. | [10][14][12]<br>[13] [15] |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|

---

|                                      |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 4. <b>Hogar inteligente adaptado</b> | Tecnologías como sensores de movimiento, luces automatizadas, termostatos inteligentes y cerraduras de puertas controladas a distancia para hacer el entorno doméstico más accesible y seguro. | <p><b>Automatización personalizada:</b> Sistemas que aprenden los patrones de comportamiento y rutinas del usuario para adaptar y automatizar entornos específicos.</p> <p><b>Integración con dispositivos de salud:</b> Conexión con dispositivos de salud como monitores de presión arterial o glucosa para un seguimiento más completo.</p> <p><b>Alertas y recordatorios personalizados:</b> Capacidad para enviar alertas o recordatorios sobre medicamentos, citas médicas o tareas diarias.</p> | <p><b>Hogar del Adulto Mayor: Sensores y dispositivos inteligentes:</b> Instalación de sensores en el hogar que monitorean movimientos, temperatura, humedad, luz, etc.</p> <p><b>Asistentes de voz y dispositivos controlables:</b> Uso de dispositivos como Amazon Echo o Google Home para controlar luces, termostatos, cerraduras, etc., a través de comandos de voz.</p> <p><b>Sistemas de entretenimiento y comunicación:</b> Integración de plataformas de comunicación y entretenimiento para facilitar la conexión con familiares, amigos o cuidadores</p> | [16][17][7][18]<br>[19][8][14][10][20] |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|

|                                                              |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 5. <b>Sistemas de recordatorio y gestión de medicamentos</b> | Aplicaciones y dispositivos que ayudan a recordar la toma de medicamentos, así como a gestionar las dosis y horarios. | <b>Conectividad y sincronización:</b><br>Integración de sistemas que permiten la sincronización de recordatorios y gestión de medicamentos entre dispositivos y aplicaciones para asegurar la coherencia en los recordatorios.<br><b>Sensores de toma de medicamentos:</b><br>Dispositivos que detectan si los medicamentos han sido tomados y envían notificaciones en caso de que se omita una dosis.<br><b>Integración con profesionales de la salud:</b><br>Plataformas que permiten compartir datos sobre la adherencia a medicamentos con médicos o cuidadores para un seguimiento más efectivo. | <b>Hogar del Adulto Mayor: Dispositivos inteligentes para recordatorios:</b><br>Uso de dispositivos como tabletas, teléfonos o altavoces inteligentes que emiten recordatorios auditivos o visuales para tomar medicamentos.<br><b>Dispensadores de medicamentos automatizados:</b><br>Dispositivos que almacenan y administran las dosis de medicamentos, emitiendo alertas y dispensando las dosis programadas.<br><b>Aplicaciones de gestión de medicamentos:</b> Utilización de aplicaciones móviles diseñadas para programar horarios de medicación, proporcionar recordatorios y rastrear el | [9][21][23] |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

|                                |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                                       |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 6. <b>Robótica asistencial</b> | Robots diseñados para ayudar en tareas cotidianas, como levantar objetos pesados, limpiar, recordar citas y proporcionar compañía. | <b>Inteligencia artificial y aprendizaje automático:</b><br>Utilización de IA para adaptarse a las necesidades individuales, aprendiendo y mejorando en la prestación de servicios de asistencia. | <b>Hogar del Adulto Mayor: Robots de asistencia:</b><br>Dispositivos robóticos diseñados para ayudar en tareas domésticas, como limpieza, asistencia en la movilidad, recordatorios y seguimiento de | cumplimiento del régimen de medicamentos.<br>[24][29] |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|

|                                                                                                                       |                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Interacción humano-robot</b>                                                                                       | rutinas.                                                                                                                             |
| <b>mejorada:</b>                                                                                                      | <b>Robots de compañía:</b>                                                                                                           |
| Desarrollo de                                                                                                         | Robótica                                                                                                                             |
| interfaces más intuitivas y naturales para la comunicación y la interacción entre humanos – robots.                   | diseñada para brindar compañía emocional, entretenimiento y asistencia social, como conversaciones simples o reproducción de música. |
| <b>Robótica móvil autónoma:</b>                                                                                       | <b>Dispositivos de ayuda a la</b>                                                                                                    |
| Robots capaces de moverse de forma autónoma en el hogar, evitando obstáculos y adaptándose a los entornos cambiantes. | <b>movilidad:</b> Exoesqueletos o dispositivos robóticos diseñados para asistir o mejorar la movilidad de los adultos mayores.       |

## Ventajas y desventajas

En este proceso de investigación, se han estudiado una gran variedad de tecnologías AAL aplicadas para la mejora de la vida del adulto mayor. Estas tecnologías están diseñadas para ofrecer soluciones innovadoras que mejoren la calidad de vida de los adultos mayores que enfrentan desafíos relacionados con discapacidades o condiciones de salud crónicas. En este apartado, exploraremos a fondo las ventajas y desventajas de las tecnologías AAL, desentrañando su impacto en diversos aspectos de la vida cotidiana y el cuidado de la salud.

En primer lugar, las AAL proporcionan un nivel alto de autonomía a las personas mayores o con discapacidades, permitiéndoles mantenerse independientes en sus hogares durante más tiempo. Además, la monitorización remota de la salud a través de dispositivos inteligentes brinda a los profesionales médicos la capacidad de realizar un seguimiento más preciso y proactivo de las condiciones de los pacientes, facilitando la intervención temprana y mejorando los resultados de salud.

Sin embargo, a medida que nos sumergimos en el análisis, también debemos reconocer las desventajas y desafíos asociados con las tecnologías AAL. La preocupación por la privacidad y la seguridad de los datos se convierte en un punto

crítico, ya que la recopilación constante de información personal plantea interrogantes éticos y legales. Además, la brecha digital y la accesibilidad de estas tecnologías para todas las poblaciones, independientemente de su nivel socioeconómico o habilidades tecnológicas, son aspectos que merecen una consideración detenida. A lo largo de este artículo, exploraremos estas facetas, proporcionando una perspectiva equilibrada que permita comprender mejor el impacto completo de las tecnologías AAL en la vida de los adultos mayores y en la prestación de servicios de atención a la salud.

Este análisis científico busca contribuir a la comprensión integral de las AAL, evaluando tanto sus beneficios como desafíos desde una perspectiva fundamentada en evidencia, promoviendo así un enfoque informado y equitativo en su implementación y desarrollo continuo.

A pesar de las limitaciones actuales, se puede prever que las generaciones futuras exhibirán capacidades técnicas distintas, lo que podría aumentar la aceptación de los dispositivos AAL en comparación con la actualidad. Por lo tanto, sigue siendo imperativo analizar cómo diseñar estos dispositivos en función de las necesidades y preferencias del usuario, considerando qué características son percibidas como más agradables para los Adultos mayores.

Lograr un equilibrio entre las ventajas y desventajas de las AAL requiere una atención meticulosa en el diseño, la implementación y la constante adaptación de estas tecnologías. Abordar este tema con sensibilidad permite maximizar el potencial beneficioso de las AAL.

Basados en un total de las 6 principales tecnologías, se ha realizado una evaluación sistémica exhaustiva, reflejada en la TABLA II, cuyo objetivo es en el planteamiento teórico de las desventajas y ventajas de los dispositivos modernos seleccionados para una comparativa final.

**Tabla 2**  
**Ventajas y Desventajas de las principales tecnologías AAL**

| Nº . | Tecnología AAL                             | Ventajas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Desventajas                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Referencias                        |
|------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1    | <b>Sistemas de monitorización de salud</b> | <p><b>Monitorización continua:</b> Proporciona datos en tiempo real sobre la salud del adulto mayor, permitiendo una atención más proactiva y precisa.</p> <p><b>Detección temprana de problemas de salud:</b> La capacidad de identificar cambios sutiles en los patrones de salud puede ayudar a prevenir emergencias médicas.</p> | <p><b>Privacidad y seguridad:</b> La recopilación constante de datos de salud plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información médica sensible.</p> <p><b>Dependencia tecnológica:</b> Algunos adultos mayores pueden sentirse abrumados o incómodos con la tecnología, lo que podría</p> | [1][2][3][5][2][4][6][7][8][9][10] |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>Mayor autonomía:</b> Permite a los adultos mayores permanecer en sus hogares con mayor seguridad y autonomía, reduciendo la necesidad de trasladarse a entornos de atención más intensiva.</p> <p><b>Reducción de costos:</b> Puede disminuir los costos asociados con la atención médica, al prevenir hospitalizaciones innecesarias y brindar intervenciones tempranas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>generar resistencia o dependencia excesiva de la misma.</p> <p><b>Posibles fallos técnicos:</b> Los dispositivos pueden fallar o dar lecturas inexactas, lo que podría llevar a decisiones erróneas en el cuidado de la salud.</p> <p><b>Limitaciones de accesibilidad:</b> No todos los adultos mayores pueden tener acceso o habilidades para utilizar estos sistemas, lo que podría excluir a ciertos grupos de la población.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2 | <p><b>Sistemas de alerta y emergencia</b></p> <p><b>Respuesta rápida:</b> Permite una asistencia inmediata en caso de caídas, problemas médicos repentinos u otras emergencias, lo que puede reducir el tiempo de respuesta y la gravedad de la situación.</p> <p><b>Mayor seguridad y tranquilidad:</b> Tanto para el adulto mayor como para sus familiares, sabiendo que hay un sistema de alerta que puede proporcionar ayuda rápidamente.</p> <p><b>Autonomía reforzada:</b> Permite que los adultos mayores vivan de forma más independiente al saber que tienen acceso rápido a ayuda en caso de emergencia.</p> <p><b>Reducción de consecuencias graves:</b> Puede prevenir lesiones graves o complicaciones médicas al intervenir rápidamente en situaciones de emergencia.</p> | <p><b>Posibles falsas alarmas:</b> Los sistemas pueden activarse accidentalmente, lo que puede llevar a una respuesta innecesaria de los servicios de emergencia.</p> <p><b>Dependencia del dispositivo:</b> Existe el riesgo de que el adulto mayor dependa demasiado del sistema de alerta y reduzca la búsqueda de ayuda en situaciones en las que no se active el sistema.</p> <p><b>Problemas de conectividad o tecnológicos:</b> Fallos en la conexión a internet, problemas de energía o mal funcionamiento del dispositivo pueden afectar la efectividad del sistema.</p> <p><b>Costo y accesibilidad:</b> Algunos sistemas de alerta pueden tener costos asociados, lo que puede limitar su accesibilidad para ciertos grupos de adultos mayores.</p> |
| 3 | <p><b>Sistemas de teleasistencia y telemedicina</b></p> <p><b>Acceso a atención médica remota:</b> Permite consultas médicas sin tener que desplazarse, especialmente útil para adultos mayores con movilidad reducida.</p> <p><b>Seguimiento continuo:</b> Facilita el monitoreo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p><b>Limitaciones técnicas:</b> La falta de acceso a internet de calidad o la falta de habilidades tecnológicas pueden dificultar la utilización eficaz de estos sistemas.</p> <p><b>Falta de interacción presencial:</b> Algunos aspectos de la atención</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|   |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                               |
|---|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|   |                            | <p>regular de la salud, lo que puede llevar a la detección temprana de problemas y a una atención preventiva.</p> <p><b>Mayor comodidad y seguridad:</b> Proporciona una sensación de seguridad y confort al recibir atención médica desde casa, reduciendo la ansiedad por los desplazamientos.</p> <p><b>Reducción de costos y tiempos de espera:</b> Disminuye los gastos asociados con visitas médicas presenciales y evita largos tiempos de espera en las clínicas.</p>                                                                                                                                             | <p>médica, como el contacto físico o la evaluación directa, pueden ser limitados en entornos de telemedicina.</p> <p><b>Posibles problemas de privacidad:</b> El intercambio de información médica a través de plataformas en línea puede plantear preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos.</p> <p><b>Limitaciones en diagnósticos físicos:</b> La ausencia de exámenes físicos completos puede limitar la capacidad de diagnóstico en comparación con una consulta presencial.</p>                                                                                                                                                               |                                                               |
| 4 | Hogar inteligente adaptado | <p><b>Facilita la vida diaria:</b> Automatiza tareas como encender luces, regular la temperatura y facilita el acceso a la información y entretenimiento.</p> <p><b>Seguridad mejorada:</b> Alertas automáticas en caso de situaciones inusuales, como caídas o cambios repentinos en el ambiente del hogar.</p> <p><b>Independencia y comodidad:</b> Permite a los adultos mayores controlar su entorno sin depender de la ayuda constante de cuidadores o familiares.</p> <p><b>Promoción de la socialización:</b> Facilita la comunicación con seres queridos a través de dispositivos de comunicación integrados.</p> | <p><b>Costo inicial y mantenimiento:</b> La instalación de dispositivos inteligentes y su mantenimiento pueden tener un costo inicial significativo.</p> <p><b>Posibles problemas técnicos:</b> Los dispositivos pueden fallar ocasionalmente, lo que puede ser confuso o frustrante para los adultos mayores.</p> <p><b>Privacidad y seguridad:</b> La recopilación de datos por parte de dispositivos inteligentes plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad.</p> <p><b>Necesidad de adaptación:</b> Algunos adultos mayores pueden tener dificultades para adaptarse a la tecnología o pueden sentirse abrumados por la cantidad de dispositivos.</p> | <p>[16][17][7]<br/>[18]<br/>[19][8]<br/>[14][10]<br/>[20]</p> |

|   |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |
|---|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 5 | <b>Sistemas de recordatorio y gestión de medicamentos</b> | <p><b>Mejora la adherencia a la medicación:</b> Proporciona recordatorios constantes y seguimiento para garantizar que se tomen los medicamentos según las indicaciones médicas.</p> <p><b>Reducción de errores en la medicación:</b> Ayuda a evitar dosis omitidas o incorrectas al proporcionar instrucciones claras y recordatorios precisos.</p> <p><b>Mayor autonomía:</b> Permite a los adultos mayores gestionar su medicación de manera independiente, reduciendo la necesidad de supervisión constante.</p> <p><b>Paz mental para cuidadores:</b> Los sistemas de gestión de medicamentos pueden aliviar la preocupación de los familiares o cuidadores sobre la toma adecuada de medicamentos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | [9][21]<br>[23] |
| 6 | <b>Robótica asistencial</b>                               | <p><b>Asistencia en tareas diarias:</b> Ayuda en actividades como limpieza, preparación de alimentos y gestión del hogar, aliviando la carga física para los adultos mayores.</p> <p><b>Mejora en la calidad de vida:</b> Proporciona compañía, entretenimiento y apoyo emocional, reduciendo la soledad y el aislamiento social.</p> <p><b>Promoción de la independencia:</b> Permite a los adultos mayores realizar tareas por sí mismos, manteniendo su autonomía en la medida de lo posible.</p> <p><b>Costo inicial y mantenimiento:</b> Algunos dispositivos o aplicaciones de gestión de medicamentos pueden tener costos asociados y necesitar mantenimiento periódico.</p> <p><b>Dependencia tecnológica:</b> Algunos adultos mayores pueden sentirse abrumados o incómodos con la tecnología, lo que podría generar resistencia o dependencia excesiva de la misma.</p> <p><b>Posibles problemas técnicos:</b> Fallos en la conectividad o en el funcionamiento de los dispositivos pueden afectar la efectividad de los recordatorios.</p> <p><b>Privacidad y seguridad:</b> La recopilación de datos sobre el cumplimiento de la medicación puede plantear preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información médica.</p> <p><b>Costo y mantenimiento:</b> Los dispositivos robóticos pueden ser costosos de adquirir e instalar, y podrían requerir mantenimiento periódico.</p> <p><b>Aceptación y adaptación:</b> Algunos adultos mayores pueden sentirse incómodos o inseguros al interactuar con robots, lo que puede afectar su aceptación y uso.</p> <p><b>Limitaciones en la capacidad de asistencia:</b> La tecnología aún puede tener limitaciones en la ejecución precisa de tareas complejas o en la comprensión de necesidades humanas complejas.</p> <p><b>Posibles riesgos de seguridad:</b> Errores o fallos en la programación de robots podrían plantear riesgos de seguridad para los adultos mayores.</p> | [24][29]        |

---

**Asistencia en la movilidad:** Ayuda en la movilidad y la prevención de caídas, lo que contribuye a la seguridad y la prevención de lesiones.

---

## **CONCLUSIONES**

En base a los resultados de este artículo se pudo determinar una serie de hallazgos significativos. En primer lugar, la implementación de tecnologías AAL ha demostrado ser eficaz en la mejora de la autonomía funcional de este grupo demográfico. La introducción de sensores inteligentes, dispositivos de monitoreo de la salud y sistemas de alerta temprana ha permitido a los adultos mayores realizar tareas diarias con mayor facilidad y seguridad. Además, se observó que la adaptabilidad y personalización de las tecnologías AAL desempeñan un papel crucial en su aceptación y utilidad. Los adultos mayores valoran las soluciones que se ajustan a sus necesidades individuales y que permiten una fácil integración en su vida cotidiana. Esto destaca la importancia de diseñar tecnologías AAL que sean intuitivas y que se adapten a las preferencias y capacidades específicas de los usuarios. Sin embargo, es esencial abordar algunos desafíos identificados durante el estudio. La resistencia a la adopción tecnológica entre algunos adultos mayores sigue siendo un obstáculo, resaltando la necesidad de programas educativos y estrategias de familiarización. Además, las preocupaciones relacionadas con la privacidad y la seguridad de los datos deben abordarse de manera integral para garantizar la confianza de los usuarios en estas tecnologías.

En conclusión, este estudio destaca el impacto positivo que las tecnologías AAL pueden tener en la autonomía de los adultos mayores. La implementación efectiva de estas tecnologías puede mejorar la calidad de vida al facilitar la independencia y proporcionar un entorno más seguro. Sin embargo, para maximizar su efectividad, es crucial considerar la adaptabilidad, la personalización y abordar las barreras de adopción. En última instancia, las tecnologías AAL tienen el potencial de desempeñar un papel fundamental en el envejecimiento activo y saludable, pero su desarrollo y aplicación deben abordarse con sensibilidad hacia las necesidades y preocupaciones específicas de este segmento de la población.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. D. R. Seals, J. N. Justice, and T. J. LaRocca, "Physiological geroscience: targeting function to increase healthspan and achieve optimal longevity," *J Physiol*, vol. 594, no. 8, pp. 2001–2024, 2016, doi: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.282665>.
2. OMS, "Aging and health," WHO. Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
3. HelpAge International, *Global AgeWatch Insights The right to health for older people, the right to be counted*.
4. C. Franceschi *et al.*, "The continuum of aging and age-related diseases: Common mechanisms but different rates," *Frontiers in Medicine*, vol. 5, no. MAR. Frontiers Media S.A., Mar. 01, 2018. doi: 10.3389/fmed.2018.00061.
5. OMS, "Falls.," OMS. Accessed: Nov. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>
6. Y. He *et al.*, "Dynamic associations between vision and hearing impairment and depressive symptoms among older Chinese adults," *Arch Gerontol Geriatr*, vol. 116, 2024, doi: 10.1016/j.archger.2023.105217.
7. M. Chen *et al.*, "A global perspective on risk factors for social isolation in community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis," *Arch Gerontol Geriatr*, vol. 116, p. 105211, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.archger.2023.105211.
8. M. Morikawa *et al.*, "Social isolation and risk of disability in older adults: Effect modification of metabolic syndrome," *Arch Gerontol Geriatr*, vol. 116, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.archger.2023.105209.
9. C. I. Martínez-Alcalá, P. Pliego-Pastrana, A. Rosales-Lagarde, E. E. Rodríguez-Torres, and J. S. López Noguerola, "Training primary caregivers of dependent people through the use of ICT; [Capacitación de cuidadores primarios a cargo de personas dependientes mediante el uso de las TIC]," in *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*, 2016. doi: 10.1109/CISTI.2016.7521410.
10. OPS, "Non-communicable diseases," OMS.
11. Y. H. Pua *et al.*, "Age- and sex-based recovery curves to track functional outcomes in older adults with total knee arthroplasty," *Age Ageing*, vol. 47, no. 1, pp. 144–148, Jan. 2018, doi: 10.1093/ageing/afx148.
12. O. L. Hatheway, A. Mitnitski, and K. Rockwood, "Frailty affects the initial treatment response and time to recovery of mobility in acutely ill older adults admitted to hospital," *Age Ageing*, vol. 46, no. 6, pp. 920–925, 2017, doi: 10.1093/ageing/afw257.
13. C. M. Boyd *et al.*, "Recovery of activities of daily living in older adults after hospitalization for acute medical illness," *J Am Geriatr Soc*, vol. 56, no. 12, pp. 2171 – 2179, 2008, doi: 10.1111/j.1532- 5415.2008.02023.x.

14. Liyakathunisa, A. Alsaedi, S. Jabeen, and H. Kolivand, "Ambient assisted living framework for elderly care using Internet of medical things, smart sensors, and GRU deep learning techniques," *J Ambient Intell Smart Environ*, vol. 14, no. 1, pp. 5 – 23, 2022, doi: 10.3233/AIS-210162.
15. R. Stodczyk, "Ambient Assisted Living an Overview of Current Applications, End-Users and Acceptance," *Biomed J Sci Tech Res*, vol. 30, no. 3, Sep. 2020, doi: 10.26717/bjstr.2020.30.004949.
16. A. I. Martins, A. Queirós, and N. P. Rocha, *Development of ambient assisted living products and services: The role of international classification of functioning, disability, and health*. 2016. doi: 10.4018/978-1-5225-1944-7.ch013.
17. P. Duarte, E. F. Coutinho, J. Boudy, M. Hariz, and W. Viana, "Using IoT in AAL Platforms for Older Adults: A Systematic Mapping," in *Proceedings - 2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference, COMPSAC* 2020, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jul. 2020, pp. 705–710. doi: 10.1109/COMPSAC48688.2020.0-177.
18. H. Sun, V. De Florio, N. Gui, and C. Blondia, "Promises and challenges of ambient assisted living systems," in *ITNG 2009 - 6th International Conference on Information Technology: New Generations*, 2009, pp. 1201–1207. doi: 10.1109/ITNG.2009.169.
19. International Workshop on Computational Intelligence for Multimedia Understanding 2015 Prag, Institute of Electrical and Electronics Engineers Czechoslovakia Section, International Workshop on Computational Intelligence for Multimedia Understanding 2015.10.29-30 Prague, and IWCIM 2015.10.29-30 Prague, *2015 International Workshop on Computational Intelligence for Multimedia Understanding (IWCIM) date: 29-30 Oct. 2015*. IEEE, 2015.
20. U. Nations, D. of Economic, S. Affairs, and P. Division, "World Population Prospects 2019 Highlights."
21. E. S. Epel, "The geroscience agenda: Toxic stress, hormetic stress, and the rate of aging," *Ageing Research Reviews*, vol. 63. Elsevier Ireland Ltd, Nov. 01, 2020. doi: 10.1016/j.arr.2020.101167.
22. F. F. Cassio M. Turra, "La transición demográfica.," 2021. [Online]. Available: [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)
23. Science Advice for Policy by European Academies Körperschaft, *Transforming the future of ageing*.
24. R. M. Salgado, "2. Asia: At Risk of Growing Old before Becoming Rich?," in *Regional Economic Outlook, April 2017, Asia and Pacific*, USA: International Monetary Fund, p. ch02. doi: 10.5089/9781475575064.086.ch002.

25. HelpAge International, *Global AgeWatch Insights The right to health for older people, the right to be counted*.
26. R. Stodczyk, "Ambient Assisted Living an Overview of Current Applications, End-Users and Acceptance," *Biomed J Sci Tech Res*, vol. 30, no. 3, Sep. 2020, doi: 10.26717/bjstr.2020.30.004949.
27. J. M. Martínez-Linares, F. A. Andújar-Afán, R. Martínez-Yébenes, and O. M. López-Entrambasaguas, "A qualitative view of homecare support workers on unmet health needs of people with dependency," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 9, May 2020, doi: 10.3390/ijerph17093166.
28. R. M. Salgado, *Regional Economic Outlook, April 2017, Asia and Pacific: Preparing for Choppy Seas*. USA: International Monetary Fund, 2017. doi: 10.5089/9781475575064.086.
29. J. M. Martínez-Linares, F. A. Andújar-Afán, R. Martínez-Yébenes, and O. M. López-Entrambasaguas, "A qualitative view of homecare support workers on unmet health needs of people with dependency," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 9, May 2020, doi: 10.3390/ijerph17093166.
30. R. P. Tracy, "Emerging relationships of inflammation, cardiovascular disease and chronic diseases of aging," *Int J Obes*, vol. 27, no. SUPPL. 3, pp. S29–S34, 2003, doi: 10.1038/sj.ijo.0802348.
31. Y. R. Wang, H. F. Lee, P. L. Hsieh, C. H. Chang, and A. M. Chen, "Relationship between physical activity and perceptions of ageing from the perspective of healthy ageing among older people with frailty with chronic disease: a cross-sectional study," *BMC Nurs*, vol. 22, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s12912-023-01481-9.
32. V. Skirbekk, M. Stonawski, and G. Alfani, "Consequences of a universal European demographic transition on regional and global population distributions," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 98, pp. 271 – 289, 2015, doi: 10.1016/j.techfore.2015.05.003.
33. J. C. Slaboda, S. H. Nelson, Z. Agha, and G. J. Norman, "A national survey of caregiver's own experiences and perceptions of U.S. health care system when addressing their health and caring for an older adult," *BMC Health Serv Res*, vol. 21, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1186/s12913-021-06086-z.
34. L. I. van Lier *et al.*, "Benchmarking European Home Care Models for Older Persons on Societal Costs: The IBenC Study," *Health Serv Insights*, vol. 14, p. 11786329211022440, 2021, doi: 10.1177/11786329211022441.
35. L. Mitchell, J. Poss, M. MacDonald, R. Burke, and J.

M. Keefe, "Inter-provincial variation in older home care clients and their pathways: a population-based retrospective cohort study in Canada," *BMC Geriatr*, vol. 23, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/s12877-023-

04097-5.

36. L. Kok, C. Berden, and K. Sadiraj, "Costs and benefits of home care for the elderly versus residential care: a comparison using propensity scores," *European Journal of Health Economics*, vol. 16, no. 2, pp. 119–131, Mar. 2015, doi:

10.1007/s10198-013-0557-1.

37. M. Lønhaug-Næss, M. D. Jakobsen, B. H. Blix, T. S. Bergmo, M. Hoben, and J. M. Moholt, "Older high- cost patients in Norwegian somatic hospitals: A register-based study of patient characteristics," *BMJ Open*, vol. 13, no. 10, Oct. 2023, doi: 10.1136/bmjopen-2023-074411.

38. S. Park and G. Bae, "Characteristics and Health Care Spending of Persistently and Transiently High-cost Older Adults in Korea," *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, vol. 56, no. 5, pp. 475– 480, Sep. 2023, doi: 10.3961/jpmph.23.270.

39. I. Carpenter *et al.*, "Community care in Europe. The Aged in HOme Care project (AdHOC)," 2004. [Online]. Available: [www.interrai.org](http://www.interrai.org)

40. G. Pickens, M. W. Smith, K. W. McDermott, A. Mummert, and Z. Karaca, "Trends in treatment costs of U.S. emergency department visits," *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 58, pp. 89 – 94, 2022, doi: 10.1016/j.ajem.2022.05.035.

41. J. L. Dieleman *et al.*, "Factors associated with increases in US health care spending, 1996-2013," *JAMA - Journal of the American Medical Association*, vol. 318, no. 17, pp. 1668–1678, Nov.

2017, doi: 10.1001/jama.2017.15927.

42. L. Syed, S. Jabeen, M. S., and A. Alsaedi, "Smart healthcare framework for ambient assisted living using IoMT and big data analytics techniques," *Future Generation Computer Systems*, vol. 101, pp. 136–151, Dec. 2019, doi:

10.1016/j.future.2019.06.004.

43. A. Abdelgawad, K. Yelamarthi, and A. Khattab, "IoT-based health monitoring system for active and assisted living," in *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST*, Springer Verlag, 2017, pp. 11–20. doi: 10.1007/978-3-319- 61949-1\_2.

44. J. Xiong *et al.*, "Impact of COVID-19 pandemic on mental health in the general population: A systematic review," *Journal of Affective Disorders*, vol. 277. Elsevier B.V., pp. 55–64, Dec. 01, 2020. doi: 10.1016/j.jad.2020.08.001.

45. M. Darwish, E. Senn, C. Lohr, Y. Kermarrec, and Y.

A. Kermarrec, "A comparison between Ambient Assisted Living Systems," pp. 231–237, 2014, doi: 10.1007/978-3-319-14424-5\_26i.



46. R. Belloum, A. Yaddaden, M. Lussier, N. Bier, and C. Consel, "Caregiver development of activity- supporting services for smart homes," *J Ambient Intell Smart Environ*, vol. 13, no. 6, pp. 453 – 471, 2021, doi: 10.3233/AIS-210616.
47. S. Blackman *et al.*, "Ambient Assisted Living Technologies for Aging Well: A Scoping Review," *Journal of Intelligent Systems*, vol. 25, no. 1. Walter de Gruyter GmbH, pp. 55–69, Jan. 01, 2016. doi: 10.1515/jisys-2014-0136.
48. M. P. Da Silva *et al.*, "An eHealth context management and distribution approach in AAL environments," in *Proceedings - IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Aug. 2016, pp. 169–174. doi: 10.1109/CBMS.2016.15.
49. R. Seepold, M. Gaiduk, J. A. Ortega, M. Conti, S. Orcioni, and N. Martínez Madrid, "Home hospital e- health centers for barrier-free and cross-border telemedicine," in *Smart Innovation, Systems and Technologies*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2019, pp. 307–316. doi: 10.1007/978-981-13-8303-8\_28.
50. T. Nitzsche, S. Thiele, A. Häber, and A. Winter, "Communication architecture for AAL: Supporting patient care by health care providers in AAL- enhanced living quarters," *Methods Inf Med*, vol. 53, no. 3, pp. 167–172, 2014, doi: 10.3414/ME13-02-0010.
51. A. Costa, V. Julián, and P. Novais, "Advances and trends for the development of ambient-assisted living platforms," *Expert Syst*, vol. 34, no. 2, Apr. 2017, doi: 10.1111/exsy.12163.
52. P. Toupas, G. Tsamis, A. Kargakos, D. Giakoumis, K. Votis, and D. Tzovaras, "A Framework Towards Ambient Assisted Living Enhanced by Service Robots," in *Proceedings of the 16th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, in PETRA '23. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2023, pp. 423–428. doi: 10.1145/3594806.3596532.
53. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. and Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Biomedical and Health Informatics (BHI), 2014 IEEE-EMBS International Conference on : date 1-4 June 2014*.
54. A. Capodiecì, L. Mainetti, and P. Panarese, "Ambient assisted living for elderly people using smart personal assistants," in *Proceedings - 2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, CSCI 2018*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2018, pp. 935–940. doi: 10.1109/CSCI46756.2018.00183.
55. P. Purohit, P. Khanpara, U. Patel, and P. Kathiria, "IoT based Ambient Assisted Living Technologies for Healthcare: Concepts and Design Challenges," in *6th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), I-SMAC 2022*

- *Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 111–116. doi: 10.1109/I- SMAC55078.2022.9987375.

56. R. Mulero *et al.*, “An AAL system based on IoT Technologies and Linked Open Data for elderly monitoring in Smart Cities,” 2017. [Online].

Available: <http://www.city4ageproject.eu/>

57. A. Alexandru and M. Ianculescu, “Enabling assistive technologies to shape the future of the intensive senior-centred care: A case study approach,” *Studies in Informatics and Control*, vol. 26, no. 3, pp. 343– 352, 2017, doi: 10.24846/v26i3y201710.

58. J. H. Shah and A. D. Patel, “Ambient Assisted Living System: The Scope of Research and Development Ambient Assisted Living Systems: The Scope of Research and Development,” 2018. [Online]. Available: <http://www.researchgate.net/publication/326375130>

59. V. Vimarlund, E. M. Borycki, A. W. Kushniruk, and K. Avenberg, “Ambient Assisted Living: Identifying New Challenges and Needs for Digital Technologies and Service Innovation,” *Yearb Med Inform*, vol. 30, no. 1, pp. 141–149, Aug. 2021, doi: 10.1055/s-0041-1726492.

60. P. C. Roy, S. R. Abidi, and S. S. R. Abidi, “Monitoring Activities Related to Medication Adherence in Ambient Assisted Living Environments,” *Stud Health Technol Inform*, vol. 235, pp. 28–32, 2017, doi: 10.3233/978-1-61499-753-5-28.

61. M.-A. Choukou *et al.*, “Evaluating the acceptance of ambient assisted living technology (AALT) in rehabilitation: A scoping review,” *Int J Med Inform*, vol. 150, 2021, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104461.

62. B. M. V. Guerra *et al.*, “Ambient assisted living for frail people through human activity recognition: state-of-the-art, challenges and future directions,” *Front Neurosci*, vol. 17, 2023, doi: 10.3389/fnins.2023.1256682.

63. G. Puliga, A. Nasullaev, F. Bono, E. Gutiérrez, and F. Strozzi, “Ambient assisted living and European funds: a bibliometric approach,” *Information Technology and People*, vol. 34, no. 7, pp. 1740 – 1767, 2021, doi: 10.1108/ITP-10-2019-0565.

64. G. Márquez and C. Taramasco, “Barriers and Facilitators of Ambient Assisted Living Systems: A Systematic Literature Review,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 20, no. 6, 2023, doi: 10.3390/ijerph20065020.

65. M. Dastbaz, H. Arabnia, and B. Akhgar, “Technology for Smart Futures.”

66. M. A. Qureshi, K. N. Qureshi, G. Jeon, and F. Piccialli, "Deep learning-based ambient assisted living for self-management of cardiovascular conditions," *Neural Comput Appl*, vol. 34, no. 13, pp. 10449 – 10467, 2022, doi: 10.1007/s00521-020-05678-w.
67. L. Sossetti de Souza, J. Luis Victória Barbosa, L. Rossetti de Souza, R. Francisco, and J. Elison da Rosa Tavares, "Intelligent Environments and Assistive Technologies For Assisting Visually Impairment People: A Systematic Literature Review," 2023, doi: 10.21203/rs.3.rs-3293649/v1.
68. L. Sabatucci, M. Cossentino, C. Di Napoli, and A. Susi, "A model for automatic selection of IoT services in ambient assisted living for the elderly," *Pervasive Mob Comput*, vol. 95, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.pmcj.2023.101845.
69. P. P. Ariza-Colpas *et al.*, "Human Activity Recognition Data Analysis: History, Evolutions, and New Trends," *Sensors*, vol. 22, no. 9, 2022, doi: 10.3390/s22093401.
70. IEEE Staff, *2017 IEEE 19th International Conference on e Health Networking, Applications and Services (Healthcom)*. IEEE, 2017.
71. P. Caballero, G. Ortiz, and I. Medina-Bulo, "Systematic literature review of ambient assisted living systems supported by the Internet of Things," *Univers Access Inf Soc*, 2023, doi: 10.1007/s10209-023-01022-w.
72. R. Phull, R. Liscano, and A. Mihailidis, "Comparative Analysis of Prominent Middleware Platforms in the Domain of Ambient Assisted Living (AAL) for an Older Adults with Dementia (OAWD) Scenario," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2016, pp. 537–544. doi: 10.1016/j.procs.2016.04.252.
73. W. Alosaimi *et al.*, "Evaluating the impact of different symmetrical models of ambient assisted living systems," *Symmetry (Basel)*, vol. 13, no. 3, Mar. 2021, doi: 10.3390/sym13030450.
74. T. Ahmed, IFIP Working Group 6.6 on Network Management, IEEE Communications Society, Institute of Electrical and Electronics Engineers., and International Federation for Information Processing., *Proceedings of the IM 2021 : 2021 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management : 17-21 May 2021, Bordeaux, France, virtual conference*.
75. Institute of Electrical and Electronics Engineers, *IEEE PIMRC 2016*.
76. D. I. Nastac, O. Arsene, M. Dragoi, I. D. Stanciu, and I. Mocanu, "An AAL scenario involving automatic data collection and robotic manipulation," 2019.
77. L. Lam, L. Fadrique, G. Bin Noon, A. Shah, and P. P. Morita, "Evaluating Challenges and Adoption Factors for Active Assisted Living Smart Environments," *Front Digit Health*, vol. 4, 2022, doi: 10.3389/fdgth.2022.891634.





ANEXO

Carta de revisión del profesor de Español

Panamá, 12 de mayo de 2025

Señores:

UNIVERSIDAD LATINA DE PANAMÁ

E. S. D.

Estimados Señores:

La (El) suscrita (o) notifica (o) haber revisado por solicitud del estudiante **Gabriel Iván Morales Herrera** con cédula de identidad personal número: 8-928-668, el proyecto final de graduación titulado: ***Ambient Assisted Living Aplicadas a la Mejora de la Vida del Adulto Mayor*** y a su vez, doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Herrera', written over a horizontal line.

Firma de Profesor de Español

Nota: este es un formato de carta para el o la profesor (a) de español que le revise el proyecto final de graduación.

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**  
**TRIBUNAL ELECTORAL**

**Raquel Elida**  
**Escala Diaz**

NOMBRE USUAL:

FECHA DE NACIMIENTO: 27-MAY-1971

LUGAR DE NACIMIENTO: PANAMÁ, PANAMÁ

SEXO: F

EXPEDIDA: 06-JUN-2019

TIPO DE SANGRE:

EXPIRA: 06-JUN-2029

5376-39



*Raquel Elida Escala Diaz*

## ANEXO 2



SEDE CENTRAL

**FORMULARIO DE ENTREGA DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN**

*Nota: Llenar este formulario a máquina de escribir. Entregar este formulario junto con el Proyecto Final de Graduación y los Paz y Salvo*

Por este medio, notifico que el Proyecto  
Titulado Ambient Assisted Living Aplicadas a la Mejora de la Vida del Adulto Mayor

Correspondiente al estudiante Gabriel Iván Morales Herrera  
De la carrera Licenciatura en Ingeniería Biomédica  
Doy fe que he revisado y autorizado la entrega del Proyecto Final de Graduación (Documento Final),  
a Secretaría Académica, por reunir los requisitos y acatamientos exigidos por la Universidad Latina  
de Panamá y sugiere se le asigne la fecha para su defensa oral (sustentación).

**Autorización del Director del Proyecto Final de Graduación:**

Nombre del Profesor Director Ernesto Ibarra

Firma de Autorización

Teléfono 6245-0000

**Autorización del Profesor responsable del Curso Proyecto Final de Graduación:**

Nombre del Profesor Alfredo Lescher

Firma de Autorización

Teléfono 6126-3467

**En caso de revisión de un Profesor de Español**

Notifico que doy fe que el documento cumple satisfactoriamente con todos los requisitos formales de  
ortografía y de redacción exigidos por el idioma español.

Nombre del Profesor de Español Raquel Escala

Autorización

Firma del Estudiante Fecha de Entrega 15-05-2025

Recibido por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_