

## Los dispositivos wearables y su contribución en el monitoreo de la salud de los adultos mayores

### Wearable devices and their contribution to monitoring the health of elder people

Claudia E. Mariño González <sup>1,\*</sup>, Favio Godoy Díaz <sup>2</sup>

Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). Calle 114 No 11901 entre 119 y 127, Marianao, La Habana, Cuba.

\*Correspondencia: [claudiama@tele.cujae.edu.cu](mailto:claudiama@tele.cujae.edu.cu)

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



#### Resumen

El cuidado de la salud de los adultos mayores es una problemática común en la sociedad. Con el avance de las tecnologías de información y comunicación (TIC) se ha perfeccionado la atención a los mismos y se ha vuelto más eficiente su monitoreo. Los dispositivos wearables (o según su traducción al español, los dispositivos que podemos llevar encima) son aparatos dotados de un microprocesador que aportan muchas ventajas por su condición portátil, además de realizar funciones variadas. Su uso en el seguimiento de la salud resulta más objetivo y menos invasivo en comparación con anteriores mecanismos. Existen novedosos diseños wearables (accesorios y prendas de vestir) que son capaces de hacer más llevadera la vida de los ancianos y vigilar su salud contribuyendo a una mayor tranquilidad para toda la familia. En este trabajo se analiza cómo favorece el uso de estos dispositivos el monitoreo de las diferentes condiciones médicas y enfermedades comunes que pueden padecer estas personas; además de servir como motivación para los especialistas en la creación de tecnologías cada vez más adaptativas a las necesidades de la población, incluyendo este sector.

**Palabras clave:** Dispositivos wearables, salud, monitoreo, adulto mayor

#### Abstract

The health care of older adults is a common problem in society. With the advancement of information and communication technologies (ICT), care for the elderly has been improved and monitoring has become more efficient. Wearable devices are devices equipped with a microprocessor that provide many advantages due to their portable nature, as well as performing a variety of functions. Their use in health monitoring is more objective and less invasive compared to previous mechanisms. There are novel wearable designs (accessories and clothing) that are able to make the lives of the elderly more bearable and monitor their health, contributing to greater peace of mind for the whole family. In this paper we analyse how the use of these devices helps to monitor these elderly people in the different medical conditions and common illnesses they may suffer from; as well as serving as motivation for specialists to create technologies that are increasingly adaptive to the needs of the population, including this older sector.

**Keywords:** wearable devices, health, gait monitoring, elder people

## 1. Introducción

La tecnología constituye un gran apoyo para la vida del hombre en muchas esferas. La creación de respuestas innovadoras para dar soluciones simples a las diferentes dificultades que se presenten no solo es necesario, sino que contribuye a nuestro propio desarrollo como especie. Con el avance de las TIC se han creado útiles equipos y aplicaciones que permiten al individuo resolver sus problemas de forma práctica. La llegada de los dispositivos wearables fue un paso relevante en la comunidad científica; esta tecnología además de ser una fuente de información y comunicación inmediata tiene como principal característica que puede acompañar al usuario durante todo el día [1].

El informe sobre la población mundial predice que la esperanza de vida aumentará de 71 años en 2010-2015 a 77 años en 2045-2050 (Naciones Unidas, 2017) [1]. Dato que, aunque no es negativo, resulta inquietante considerando que aumentaría también el número de personas mayores con afecciones típicas de la edad. Por esta razón es necesario desarrollar tecnologías que asistan a la población longeva. El uso de las nuevas tecnologías está íntimamente ligado a la aceptación de estas herramientas y resulta complicado para los adultos mayores la incorporación de las cada vez más numerosas novedades tecnológicas. Esto se debe a la presencia de factores asociados con el envejecimiento normal, como el deterioro físico y cognitivo, y la pérdida de la memoria [2]. No obstante, los dispositivos wearables tienen cualidades que los hacen ideales para ser usados por ancianos: poseen diseños simples y objetivos, pueden ser utilizados en cualquier momento del día y están dotados de diversas funciones como lo son los localizadores GPS y sensores necesarios para el monitoreo de los individuos.

La existencia de un dispositivo en el cual se pueden apoyar diariamente sin necesidad de sentir que se está invadiendo su espacio personal resulta reconfortante. La salud y actividad física de estos individuos puede ser analizada a distancia por un especialista mediante la comunicación que establece el aparato.

El objetivo de este trabajo consiste en demostrar cómo los diferentes dispositivos wearables, desarrollados en la actualidad, facilitan el monitoreo de la salud de los ancianos contribuyendo así a su bienestar. El conocimiento y obtención de los mismos por más personas supondría un cambio positivo en muchas familias, al otorgar mayor independencia y seguridad a los adultos mayores y mayor tranquilidad a las familias.

## 2. Desarrollo

Con la llegada de la tercera edad, los problemas de salud se agravan y los olvidos son más frecuentes, incluso puede peligrar la seguridad personal. En no pocas ocasiones hemos considerado necesario hallar nuevas maneras para hacer más llevadera y cómoda la vida de las personas mayores que nos rodean. Resulta importante cuidar su salud, aunque no siempre es tan sencillo. La tecnología, caracterizada por contribuir a facilitar la vida del hombre, no ha estado ausente en esta necesidad. Desde el surgimiento de la ciencia se han creado mecanismos dirigidos a ayudar a las personas de la tercera edad; estos mecanismos han avanzado tanto que actualmente es posible monitorear la actividad de los ancianos a distancia, e incluso medir su estado de salud con solo presionar un botón. Los últimos años han sido testigos del desarrollo de tecnologías inteligentes como sensores, activación por voz, GPS, Bluetooth, conectividad por telefonía celular, comunicación inalámbrica, aprendizaje automático, aplicaciones de monitoreo de los teléfonos inteligentes y computadoras que hoy promueven el envejecimiento independiente, activo y saludable [1]. Un avance revolucionario para el cuidado de ancianos fue la

llegada de los dispositivos wearables, de los cuales la atención médica no es el único fin, pero que es probablemente uno de sus usos más reiterativo.

### Dispositivos wearables

Son el resultado de la evolución tecnológica alcanzada con la miniaturización de los componentes electrónicos, el desarrollo de los protocolos de comunicación, la geolocalización y el software de gestión de datos. Los wearables son el penúltimo hito de la revolución tecnológica y abren la puerta a un nuevo universo personal [4].

Para que un dispositivo sea considerado como tecnología wearable debe cumplir dos requisitos fundamentales. Por un lado, incluir un microprocesador que le permite registrar y mostrar datos al usuario; por otro, ha de ser “vestible”, es decir, el usuario lo lleva puesto y forma parte de su día a día [5]. Esa cualidad hace que se faciliten muchas cosas, puesto que mayormente es difícil para las personas de la tercera edad convivir con las múltiples opciones y cambios de los dispositivos tecnológicos. Esta tecnología es más objetiva y se puede llevar casi todo el tiempo encima, lo que posibilita un monitoreo más eficiente.

Los dispositivos wearables permiten a los usuarios rastrear y monitorear automáticamente sus métricas de condición física, incluida la cantidad de pasos, el nivel de actividad, la distancia recorrida, las calorías quemadas, la frecuencia cardíaca y los patrones de sueño. Son capaces de recopilar datos objetivos de actividad física de una manera menos intrusiva y económica y brindan intervenciones personalizadas en tiempo real. El reconocimiento de actividad humana basado en sensores aprende actividades a partir de una serie de observaciones sobre las acciones de sujetos y las condiciones ambientales en escenarios de la vida real. Los sensores utilizados en los wearables pueden ser inerciales, de salud y actividad física, medioambientales, cámaras, micrófonos, entre otros. En la Tabla 1 están representados los más utilizados en el reconocimiento de actividad física [2].

**Tabla 1.** Sensores utilizados en los dispositivos wearables [2]

Sensores wearables	Ejemplos	Características
Inerciales	Acelerómetro, giroscopio, magnetómetro	Son fáciles de usar, de tamaño pequeño y aportan grandes cantidades de información del movimiento del usuario
De salud y actividad física	Electrocardiograma, electroencefalografía, electromiograma, sensores de temperatura corporal, ritmo cardíaco y fuerza	Aportan información sobre los signos vitales relacionados con la actividad. Pueden utilizarse en la rehabilitación y en la vigilancia del estado de salud.
Sensores medioambientales	Barómetro, sensores de humedad, luz y temperatura Cámara, micrófono, GPS	Aportan información del contexto de las actividades analizadas
Otros		Constituyen información complementaria con otros sensores

La monitorización continua de los signos vitales con dispositivos wearables supera la naturaleza intermitente de las mediciones tradicionales de indicadores de la salud; además mejora la detección del deterioro y resulta menos invasiva para el paciente [6]. La investigación académica y de la industria ha demostrado que su uso puede aumentar los niveles de actividad física y promover un estilo de vida más saludable a través del autocontrol en tiempo real de los comportamientos relacionados con la salud [2].

La tecnología wearable ofrece considerables ventajas: Está diseñada para acompañar al usuario, son una opción muy cómoda, en cualquier momento y lugar su servicio estará activo. Además tienen pequeñas dimensiones, su peso reducido y su comodidad contribuyen a que sea más fácil llevarlos. En un mismo dispositivo se pueden combinar numerosas opciones relacionadas con la salud, el trabajo, la información o el entretenimiento [7]. Tienen la capacidad de conectividad inalámbrica (en particular, pero no sólo, a Internet), tal que permite al portador acceder a diversa información en tiempo real [8]. Gracias al internet de las cosas los dispositivos wearables pueden interactuar con otros aparatos electrónicos, por ejemplo, con el teléfono móvil [7]. En muchos casos permite además la introducción de datos por parte del usuario, así como el almacenamiento de información en local en el dispositivo [8].

### **Tipos de dispositivos wearables utilizados actualmente para el monitoreo de personas**

La industria ofrece diferentes tipos de wearables, desde muñequeras, collares, relojes, anillos y pendientes hasta prendas de vestir, diseñados para asistir al usuario. Entre las diferentes opciones se encuentran:

Servicio de alarma:

Se trata de un dispositivo, habitualmente en forma de medalla, que se puede pulsar con el objetivo de alertar en caso de que ocurriera algún problema. A partir de las características de este dispositivo, se han incrementado otros más avanzados que al detectar falta de actividad o sentir que el sujeto está tendido en el suelo, se activan automáticamente. [8]

Alerta médica:

En varios lugares del mundo, hay empresas de los sectores sanitario y asegurador que practican el seguimiento a distancia de diversos comportamientos del organismo humano, como por ejemplo el ritmo cardíaco, a través de dispositivos portátiles multifunción. [8]

Relojes inteligentes:

Estos dispositivos se han vuelto populares, y no es para menos ya que poseen muchas ventajas. En dependencia del tipo de reloj y de su creador pueden abarcar disímiles opciones, cabe mencionar las más importantes en el ámbito del cuidado de ancianos. Con ellos se pueden realizar llamadas, detectar fibrilación auricular, detectar caídas, usar GPS, mostrar datos de frecuencia cardíaca con alertas que a veces salvan vidas, monitorear la actividad física, acceder a aplicaciones útiles en caso de emergencia (SOS), y detectar posibles problemas médicos [8].

Pulseras de control de actividad física:

Son capaces de realizar varias de las funciones que se utilizan en los relojes. Son más económicas que los mismos, esto ha hecho que se incremente su fabricación. No obstante, tienen como limitación la carencia de aplicaciones [5].

Anillos:

Son los monitores más pequeños que existen e incluyen casi las mismas funciones que los relojes y las pulseras. Sirven para el seguimiento de la actividad física, el sueño y la frecuencia cardíaca. Mide los minutos de actividad, la frecuencia cardíaca en reposo, el tipo de actividad, las calorías consumidas, la intensidad de la actividad, el número de pasos, la duración del sueño y la distancia recorrida, entre otras variables. [5]

### **Aplicaciones en la salud**

El seguimiento de los patrones de actividad diaria puede ayudar a las personas que buscan mejorar su estado físico personal, promover la participación del paciente en el tratamiento de enfermedades crónicas o permitir que los proveedores y los pacientes obtengan información sobre la progresión y el impacto de las enfermedades. La fragilidad afecta radicalmente la vida y la salud de las personas mayores, aumentando el riesgo de caídas, discapacidad, hospitalización, pérdida de autonomía y mortalidad. Las tecnologías de la información y las comunicaciones son capaces de ayudar a su pronta detección, muchas de ellas mediante el seguimiento del comportamiento físico de las personas mayores con el objetivo de proporcionar soluciones para un envejecimiento activo y saludable [6].

Dispositivos de seguimiento cardíaco:

Son pequeños dispositivos que funcionan junto a una aplicación móvil y son capaces de realizar electrocardiogramas. Estos resultados se guardan en el dispositivo, que además da la posibilidad de enviarlos por correo electrónico a un médico. Está diseñado para detectar fibrilación auricular, bradicardia, taquicardia o ritmo cardíaco normal en 30 segundos. Existen varios de estos dispositivos que incluyen funciones como controlar la presión arterial, almacenar los datos, alertar de posibles anomalías y conectar con el médico o con los servicios sanitarios si es necesario [9].

Alivio para la artritis:

La artritis es muy común y acaba apareciendo en la mayoría de las personas a medida que se cumplen años. Se han creado dispositivos tecnológicos capaces de aliviar el dolor que provoca la artritis, enfermedad muy común en los adultos mayores. Al colocar el dispositivo sobre la instalación el cuerpo que se quiere tratar, el mismo ofrece estimulación nerviosa eléctrica transcutánea. Son una alternativa interesante al uso continuado de medicinas.

Control de la diabetes:

Hoy existen dispositivos que contienen sistemas de monitorización continua de glucosa que permiten realizar la prueba de azúcar. Se pueden utilizar en conjunto con aplicaciones de teléfonos inteligentes y pueden almacenar los datos en los mismos [5].

### Ayuda para enfermedades neurológicas:

Con la utilización de sensores se han desarrollado múltiples tecnologías para la evaluación, diagnóstico, tratamiento y pronóstico de pacientes con secuelas neurológicas de múltiples trastornos, incluyendo entre ellos trastornos de movimiento, neuromusculares, demencias, dolor crónico y patologías psiquiátricas [10].

Las aplicaciones de neurorehabilitación favorecen el aumento de la independencia. Incluyen aquellas con tecnología vibrotáctil para la rehabilitación del equilibrio y las centradas en la memoria, además de aquellas útiles para la intervención neuropsicológica [7].

Los sensores integrados en el corazón de estos sistemas pueden proporcionar métricas por medio de mediciones activas (solicitadas) o pasivas (desapercibidas), lo que ofrece una flexibilidad considerable en el enfoque. La recopilación pasiva de datos se produce cuando los valores métricos se adquieren sin que el usuario lo sepa, por ejemplo, un contador de pasos basado en un reloj inteligente que calcula continuamente la simetría y la longitud de los pasos o un monitor de frecuencia cardíaca continuo basado en un anillo inteligente que detecta la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV). Como tal, la interacción diaria con dispositivos wearables puede dar como resultado un conjunto de datos longitudinales ricos y de alta frecuencia que se pueden extraer para detectar las firmas de una enfermedad, mientras usan a los usuarios como su propio control [11]. La inclusión de dispositivos de esta categoría como herramientas viables en estudios clínicos está creciendo debido a una mayor capacidad de detección. Los pasos para modernizar la medicina han hecho que los dispositivos se vuelvan más pequeños y económicos [12].

### Prevención de caídas:

Las caídas presentan un importante problema de salud entre la población de mayor edad. Aproximadamente un tercio de las personas de 65 años o más que viven en la comunidad experimentan al menos una caída al año. Posteriormente, la frecuencia aumenta hasta casi el 50% para los mayores de 85 años. Entre el 20 y el 30 % de las caídas resultan en lesiones o en la necesidad de atención médica y, en consecuencia, las caídas son la principal causa de muerte y lesiones no fatales en las personas mayores [13].

La evaluación del riesgo de caídas es una herramienta de prevención útil que identifica a las personas mayores con un alto riesgo de caídas y puede ayudar en el diagnóstico y la selección de intervenciones apropiadas para, en última instancia, reducir la ocurrencia de caídas. Durante las últimas dos décadas, se ha llevado a cabo una gran cantidad de investigaciones para desarrollar varias herramientas de evaluación del riesgo de caídas [13].

Los sensores portátiles están creciendo en popularidad debido a sus ventajas potenciales sobre los equipos costosos y complejos en el laboratorio de investigación y las escalas clínicas subjetivas. Proporcionan una indicación cuantificable y objetiva del riesgo de caídas en la población anciana fuera del laboratorio de investigación. Los acelerómetros y los giroscopios son los sensores más utilizados en los dispositivos wearables para evaluar el equilibrio y el riesgo de caídas. Según los datos sin procesar registrados por estos dos tipos de sensores, se han informado más de 130 parámetros (posición y ángulo, velocidad angular, aceleración lineal, variables espaciales y temporales, variables de energía, etc.) en estudios previos para distinguir a los que se caen de los que no [13].

## Otros usos

### Pastilleros inteligentes:

La tecnología también es muy eficaz para combatir los olvidos. Por ejemplo, los pastilleros inteligentes además de permitir distribuir las píldoras según los días de la semana, avisan cuando se acerca la hora de tomarlas. Existen pastilleros que tienen compartimentos para el desayuno, comida, merienda y cena, para cada día, semana o incluso el mes completo. [14]

### Dispositivos combinados con sistemas de sensores:

En los últimos años, además de estos dispositivos wearables que miden la actividad física, se han creado también tecnologías wearables similares, para vigilar el estado de salud de las personas mayores y, con unos pocos sensores, respetar su independencia mientras sea posible. Por ejemplo, la start-up (empresa emergente de rápido crecimiento, por su traducción en español) estadounidense CarePredict desarrolla una tecnología para estas mediciones. Su sistema se basa en una pulsera que registra los movimientos, y en unos sensores que se instalan en varios lugares del hogar. La combinación de ambos elementos permite determinar tanto las actividades de sus usuarios como el lugar en el que ocurren. Si la pulsera detecta que la persona está tumbada en el dormitorio, probablemente significa que el usuario está durmiendo. Si esta circunstancia se da en otro lugar de la casa, sin embargo, puede que se haya caído. Cabe mencionar que, si se da este último caso, el sistema activaría una alerta automática [15].

## 3. Conclusiones

Es evidente que los diferentes tipos de dispositivos con tecnologías wearables ocupan un puesto indiscutible en un punto tan importante como el cuidado de la salud del adulto mayor, tratando aspectos fundamentales como lo son el monitoreo y recopilación de información para una temprana y eficaz prevención, así como el seguimiento de enfermedades típicas y afecciones de la edad. Sus diseños simples, funciones de medición de signos vitales y actividad física, comunicación y particularidad de acompañar al usuario en cualquier momento del día, le otorgan a los wearables mayor seguridad y preferencia en la comunidad médica. Las diferentes aplicaciones de estos dispositivos en asistencia a la salud resaltan la utilidad de los mismos en este sector de la población. Un mayor estudio y obtención de diferentes tipos de dispositivos wearables para monitorear a los adultos mayores contribuiría a evitar padecimientos y a mejorar la calidad de vida de los mismos, además de motivar a los especialistas en la creación de tecnologías cada vez más adaptativas a las necesidades de la población.

## Referencias

1. A survey on wearable sensor modality centred human activity recognition in health care. *Expert Systems with Applications*, 137, p. 167-190.
2. Domingos, C., Costa, P., Santos, C., Pêgo, J.M., Usability, Acceptability, and Satisfaction of a Wearable Activity Tracker in Older Adults: Observational Study in a Real-Life Context in Northern Portugal. *J Med Internet Res*, 24(1): 2022.
3. Sanz, A., Dispositivos Wearables: Aplicaciones en el ámbito de la medicina y la salud. 2020,
4. Corti, S., Impacto de dispositivos “wearables” en el monitoreo de la salud, 2016.

5. Papagiannaki, A., et al. Recognizing Physical Activity of Older People from Wearable Sensors and Inconsistent Data. *Sensors*, 19(4): 2019.
6. China, V.E., Tecnología Inteligente para el cuidado de la salud: wearables, apps y su aplicabilidad en la práctica enfermera, 2019.
7. Ordóñez, J.L., Dispositivos y tecnologías wearables. 1, p. 18, 2016.
8. Varma, N., et al. Declaración Conjunta 2020 de la ISHNE/ HRS/ EHRA/ APHRS sobre el manejo de Arritmias mediante mHealth: Herramientas Médicas Digitales para Especialistas en Electrocardiología. *Revista argentina de cardiología*, 88(6): p. 550-578, 2020.
9. Ruelas-Zaragoza, L., Corona-Rangel, J., Payan-Hernández, I., Uribe-Gonzalez, P., Murillo-Bonilla, L., El uso de dispositivos de tecnologías de la información y comunicación en el paciente con secuelas neurológicas, 2017.
10. Kourtis, L.C., Regele, O.B., Wright, J.M., Jones, G.B., Digital biomarkers for Alzheimer's disease: the mobile/wearable devices opportunity. *Digital Medicine*, 2(1): 2019.
11. Godfrey, A., Brodie, M., van Schooten, K.S., Nouredanesh, M., Stuart, S., Robinson, L., Inertial wearables as pragmatic tools in dementia. *Maturitas*, 127: p. 12-17, 2019.
12. Qiu, H., Rehman, R.Z.U., Yu, X., Xiong, S., Application of Wearable Inertial Sensors and A New Test Battery for Distinguishing Retrospective Fallers from Non-fallers among Community-dwelling Older People. *Scientific Reports*, 8(1), 2018.
13. Miguel-Cruz, A., Bohórquez, A., Aya, P., What does the literature say about using electronic pillboxes for older adults? A systematic literature review. *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.*, p. 1-12, 2018.
14. Zhang, B., Li, Y., Wearable medical devices acceptance and expectance of senior population in China. *Proceedings of 17th International Conference on Electronic Business*, 2017. p. 241-251.