



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



**CONAHCYT**  
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



**BIBLIOTECA INFOTEC  
VISTO BUENO DE TRABAJO TERMINAL**

Maestría en Gestión de Innovación de las Tecnologías de Información y Comunicación  
(MGITIC)

Ciudad de México, a 30 de enero de 2024

**UNIDAD DE POSGRADOS  
PRESENTE**

Por medio de la presente se hace constar que el trabajo de titulación:

"Prevención de caídas en adultos mayores a través de IoT"

Desarrollado por la alumna: **Ana Laura García Segura**, bajo la modalidad del **Diplomado en Derecho, TIC e Innovación del INFOTEC** cumple con el formato de Biblioteca, así mismo, se ha verificado la correcta citación para la prevención del plagio; por lo cual, se expide la presente autorización para entrega en digital del proyecto terminal al que se ha hecho mención. Se hace constar que la alumna no adeuda materiales de la biblioteca de INFOTEC.

**No omito mencionar, que se deberá anexar la presente autorización al inicio de la versión digital del trabajo referido, con el fin de amparar la misma.**

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviar un cordial saludo.

**Mtro. Carlos Josué Lavandeira Portillo**  
Director Adjunto de Innovación y Conocimiento

Jah  
CJLP/jah

C.c.p. Felipe Alfonso Delgado Castillo.- Gerente de Capital Humano.- Para su conocimiento.  
Ana Laura García Segura.- Alumna de la Maestría en Gestión de Innovación de las Tecnologías de Información y Comunicación.- Para su conocimiento.

Avenida San Fernando No. 37, Col. Toriello Guerra, CP. 14050, CDMX, México.  
Tel: 55 5624 2800 [www.infotec.mx](http://www.infotec.mx)





MAESTRÍA EN GESTIÓN DE INNOVACIÓN DE LAS  
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E  
INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y  
CONOCIMIENTO  
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO  
POSGRADOS

# Prevención de caídas en adultos mayores a través de IoT

Bajo la modalidad de Diplomado  
Que para obtener el grado de MAESTRA EN  
GESTIÓN DE INNOVACIÓN DE LAS  
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y  
COMUNICACIÓN

Presenta:

**Ana Laura García Segura**

Ciudad de México, Noviembre, 2023.



## Título

### *Prevención de caídas en adultos mayores a través de IoT*

Ana Laura García Segura, Lic. en Informática, agarciasegu@gmail.com

#### RESUMEN

LAS CAÍDAS SON LA SEGUNDA CAUSA MUNDIAL DE MUERTE POR TRAUMATISMOS INVOLUNTARIOS. LOS ADULTOS MAYORES DE 60 AÑOS SON QUIENES SUFREN MÁS CAÍDAS MORTALES, MUCHAS DE ESTAS ESTÁN ASOCIADAS A ALGÚN ELEMENTO DEL ENTORNO. HOY EN DÍA, SE ENCUENTRAN EN EL MERCADO NUMEROSAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS QUE PODEMOS USAR COMO HERRAMIENTAS AUXILIARES PARA LA PREVENCIÓN DE CAÍDAS DE LOS ADULTOS MAYORES, TAL ES EL CASO DEL USO DEL IOT. ESTE ARTICULO BRINDA INFORMACIÓN ACERCA DEL USO DE LA PLATAFORMA FIWARE PARA INTERACTUAR CON DISPOSITIVOS IOT COMO LO SON LOS SENSORES, CON LA CUÁL, SE PUEDE IMPLEMENTAR UNA RED DE SENSORES DENTRO DE UNA RESIDENCIA Y MEDIANTE UNA APLICACIÓN NOTIFICAR CUANDO UN ADULTO MAYOR SE ENCUENTRE EN UN ÁREA CONSIDERADA COMO ZONA DE RIESGO. AL ESTAR SUGIRIENDO INSTALAR SENSORES EN ZONAS DE RIESGO COMO LO SON ESCALERAS Y BALCONES, ESTAMOS PARTICIPANDO EN LA PREVENCIÓN DE CAÍDAS DENTRO DEL ÁMBITO DE LOS FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES.

PALABRAS CLAVE: CAÍDAS, ADULTOS MAYORES, IOT, SENSOR, FIWARE

#### ABSTRACT

*Falls are the second leading cause of death due to unintentional injuries worldwide. Those over 60 years of age are who suffer the most fatal falls, many of the falls are associated with some element of the environment. Today, there are multiple technological innovations on the market that we can use as auxiliary tools to prevent falls in the senior population, such as the use of IoT. This article provides information about the use of the FIWARE platform to interact with IoT devices such as sensors, with which a network of sensors can be implemented in a residence and through an application notify when an elderly adult is in an area considered a risk zone. By suggesting the installation of sensors in risk areas such as stairs and balconies, we are participating in the prevention of falls within the scope of environmental risk factors.*

*Keywords: Falls, elderly adults, IoT, sensor, FIWARE*

## **1. Introducción**

En 2021 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que las caídas de personas mayores son las que se presentan con mayor frecuencia, aproximadamente se dan 684, 000 caídas mortales. <sup>1</sup>

Los mayores de 60 años son quienes sufren más caídas mortales, las caídas son la segunda causa mundial de muerte por traumatismos involuntarios. Las estrategias preventivas deben hacer hincapié en la creación de entornos más seguros y el establecimiento de medidas eficaces para reducir los riesgos. <sup>2</sup>

Hay estudios donde se dice que en la mayoría de las caídas se encuentra presente algún factor ambiental, es decir, que las caídas están asociadas con algún elemento del entorno. <sup>3</sup>

Aunque es bien sabido que las caídas recurrentes son episodios frecuentes en esta población <sup>4</sup>, la aplicación de medidas de prevención puede disminuir notablemente su incidencia, especialmente en el ámbito residencial.

Hoy en día, ya se encuentran en el mercado numerosas innovaciones en materia de prevención de caídas, sin embargo, el desarrollo de un sistema eficiente es una tarea compleja debido a la necesidad de integrar la tecnología como un auxiliar, sin pretender la sustitución de la atención personal hacia un adulto mayor.

Las soluciones tecnológicas utilizadas en los últimos años que han sido propuestas para prevenir las caídas están disponibles mediante dispositivos usados por una persona, por ejemplo, un reloj inteligente y otras soluciones que incluyen tecnologías como cámaras o micrófonos.<sup>5</sup>

### **a) Relojes Inteligentes que monitorean las caídas**

Actualmente existen relojes que pueden avisar sobre una caída, hay relojes que han sido diseñados específicamente para adultos mayores y que tienen la capacidad de alertar a su familia y/o cuidadores cuando han sufrido una caída, esto sucede mediante el envío

de una notificación. Al recibir esta notificación en tiempo real, quien este a cargo del adulto mayor puede actuar de manera inmediata.

Los relojes inteligentes son equipados con sensores integrados, tal es el caso del acelerómetro, este sensor suele ser utilizado para detectar una caída. Algunos modelos además del acelerómetro también incluyen otros sensores como GPS o Bluetooth, y esto permite que ofrezcan información más precisa. Una vez que el reloj detecta una caída, envía una notificación.

En el mercado podemos encontrar diferentes marcas y precios de estos relojes inteligentes. Solo por mencionar algunas marcas podemos incluir Apple Watch Series 4, Garmin Vivoactive 3, Fitbit Versa 2 y Samsung Gear S3 Frontier. Los precios de estos relojes varían desde alrededor de \$1000 hasta más de \$20 000 pesos mexicanos dependiendo del modelo y la marca. <sup>6</sup>

#### **b) Cámara motorizada WIFI para el hogar**

Las cámaras monitorizadas se utilizan principalmente para vigilancia en el hogar como un sistema interno de seguridad. Se trata de cámaras que se conectan mediante WIFI, suelen ser de tamaño pequeño y costos accesibles, mediante estas cámaras podemos visualizar lo que ocurre al interior del hogar.

Resultan ser muy útiles para la videovigilancia de un adulto mayor ya que, aunque se encuentren solos, los familiares o cuidadores pueden monitorear lo que ocurre en el hogar en tiempo real.

Para su funcionamiento deben ser conectadas al WIFI del hogar donde se instalaron y funcionan mediante un control remoto. La mayoría de los modelos de estas cámaras permiten una rotación de 360° grados de forma horizontal y de hasta 120° grados de forma vertical, además cuentan con sistema de visión nocturna. <sup>7</sup>

Numerosas empresas privadas están lanzando al mercado sensores, sistemas de monitores y sistemas de asistencia remota, sin embargo, se observa que algunas son intrusivas mientras que otras requieren que el usuario use y active los dispositivos y por

lo tanto pueden fallar en caso de que el usuario no cumpla con los requisitos. Por tal motivo, se concluye que la mejor opción es una red de sensores basada en IoT.

El IoT o Internet of Things (el Internet de las cosas, en su traducción literal) se refiere a objetos y dispositivos conectados a la red con la capacidad de almacenamiento y comunicación para recopilar, procesar y distribuir información por la red a la que se encuentren conectados, pudiendo ser analizada para tomar decisiones y optimizar procesos.<sup>8</sup>

Dentro del extenso rubro del Internet de las cosas (IoT), existen opciones que pueden ser un gran auxiliar en prevención de caídas, tal es el caso de los sensores. El incremento en el desarrollo y uso de sensores ha sido motivado por los avances tecnológicos en esta área en cuanto a tamaño, mejoras en los protocolos de comunicación, poder de procesamiento, consumo de energía y costos. La instalación de sensores y la captura de datos con ellos es una de las principales tendencias en IoT.<sup>9</sup>

El objetivo de este trabajo es brindar información acerca del uso de la plataforma FIWARE para interactuar con un dispositivo, recopilar y consultar sus datos. Esta información es la base para que se pueda implementar una red de sensores dentro de una residencia, y mediante una aplicación se notifique cuando el adulto mayor se encuentre en un área considerada como zona de riesgo. De esta manera, la persona que está al cuidado de un adulto mayor podría acudir de manera inmediata y asistirlo para así evitar una caída.

La instalación de sensores dentro de una residencia es una propuesta no intrusiva, ya que los sensores proporcionan información que no está asociada directamente a una persona, con esto se lograría resguardar la privacidad de las personas mayores, al mismo tiempo que les permitiría permanecer en sus casas habitándolas de manera más segura.

Si con la información proporcionada, se implementa una red de sensores, debe ser utilizada como una herramienta auxiliar para la prevención de caídas dentro del hogar,

no se está sugiriendo sustituir la asistencia de una persona dedicada al cuidado de un adulto mayor.

## **2. Metodología**

Para el cumplimiento del objetivo de este trabajo, se utiliza una metodología cualitativa, ya que, aun cuando se hace uso de documentación de herramientas basadas en TIC y el uso de datos para realizar comparaciones técnicas de hardware y software, estos provienen de fuentes secundarias y no son centrales al planteamiento de la propuesta de red de sensores.

### **2.1 ¿Por qué brindar una propuesta con IoT?**

Actualmente, el IoT se ha convertido en una de las tecnologías más importantes del siglo XXI. Ahora podemos conectar casi cualquier objeto a Internet a través de dispositivos integrados, lo que significa que un dispositivo puede utilizar sensores para recopilar datos y tomar decisiones de manera inteligente para los usuarios, el resultado es una comunicación fluida entre personas, procesos y cosas.

A partir de la llegada de los chips de bajo costo, las telecomunicaciones con gran ancho de banda, el big data, la nube, y diversas tecnologías móviles las cosas físicas pueden compartir y recopilar datos de su entorno. En este mundo hiperconectado, los sistemas digitales pueden interactuar con las cosas conectadas, es decir, software y hardware conforman un ecosistema que permite el análisis de información y la toma de decisiones. El mundo físico y el digital se comunican entre sí.<sup>10</sup>

Hay un reciente aumento de interés en la detección y prevención de caídas a través de IoT, con el objetivo de un enfoque preventivo-proactivo de la atención a personas mayores.

Gracias a las redes móviles y wifi cada vez más estables, a los sensores más capaces y eficientes y a los servicios en la nube, es posible monitorizar y conocer el estado de un adulto mayor en prácticamente tiempo real.

En el área de prevención de caídas, los dispositivos como los sensores son los más utilizados, ya que cada uno de ellos tiene propiedades únicas que los hacen útiles en escenarios muy específicos.<sup>11</sup>

## **2.2 ¿Qué son los sensores?**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar distintos estímulos del exterior, transformándolos en impulsos eléctricos a través de un transductor que posteriormente serán interpretados por ordenadores o máquinas específicas, que las analizan, los procesan y transforman con el objetivo de generar una respuesta.

Podríamos decir que los sensores son traductores que están capacitados para explicar cualquier propiedad existente en el ambiente, ya sea física, química, lumínica, sonora, etc., en un lenguaje común y entendible para las máquinas.<sup>12</sup>

Existe una amplia gama de sensores utilizados en la vida diaria, que se clasifican según las cantidades y características que detectan.

Algunos ejemplos incluyen sensores de corriente eléctrica, magnéticos o de radio, sensores de humedad, sensores de proximidad, sensores de área, sensores de velocidad o flujo de fluidos, sensores de presión, sensores térmicos o de temperatura, sensores ópticos, sensores de posición, sensores ambientales y sensores químicos.<sup>13</sup>

## **2.3 Tipo de sensores propuestos**

Después de hacer una revisión de los tipos de sensores más utilizados<sup>14</sup>, para esta propuesta se consideran los más adecuados dos tipos de sensores: volumétricos y de humedad.

### **2.3.1 Sensores volumétricos**

Los sensores volumétricos, tal y como su propio nombre indica, se encargan de detectar el volumen (el espacio que ocupa un cuerpo) de los objetos que están cerca suyo. Así, se activa cuando detecta un cuerpo en su área de acción.

Utiliza las siguientes tecnologías:<sup>15</sup>



- Rayos infrarrojos. Detecta la presencia por un análisis de variación de la temperatura ambiente, se percibe como una forma de calor superficial. Están fuera del espectro visible debido a su radiación electromagnética. Existen dos tipos de rayos infrarrojos: pasivo y activo. El pasivo detecta la radiación infrarroja emitida por los cuerpos, mientras que el activo emite un haz de luz infrarroja.
- Radiofrecuencia o microondas. Utiliza frecuencias electromagnéticas para descubrir actividad en la zona. Esta tecnología emite una radiación que es captada por un dispositivo. Se debe limitar dentro de ciertos parámetros y cuando dichos parámetros se alteran, debido al choque de las ondas, se activa una alarma.
- Sonido. Son sistemas que reaccionan ante un ruido.
- Tecnología dual. Los sensores con tecnología dual combinan tecnología infrarroja y de microondas en un solo dispositivo. Esto les permite ser más eficaces.

Se considera que un sensor volumétrico es adecuado para ser instalado en escaleras (las escaleras representan aproximadamente un 10% de las caídas dentro del hogar de un adulto mayor) <sup>16</sup> ya que nos permitirá detectar cuando un adulto mayor se encuentre en esta zona y acudir de manera inmediata a asistirlo.

### **2.3.2 Sensores de humedad**

Los sensores de humedad miden la humedad relativa y la temperatura que hay en el ambiente de un espacio concreto, y actúan enviando una señal acondicionada mediante una serie de circuitos integrados que llevan integrados. El resultado de esta medición se transmite a impulsos eléctricos.

Este tipo de sensores cuentan con dos microsensores calibrados en función de la humedad relativa del área o la zona. Al entrar en contacto con el aire, el sensor emite una señal. <sup>17</sup>

Se considera que un sensor de humedad es el ideal para poder identificar pisos húmedos y/o mojados ya que generan un ambiente resbaladizo, por ende, un potencial riesgo de caída. <sup>18</sup>

Al no sugerir alguna marca de sensores en específico, quien desee implementar esta propuesta puede elegir entre diferentes opciones de acuerdo con su presupuesto y las necesidades del entorno donde se quieran instalar.

## **2.4 Componentes del IoT para una red de sensores**

Los 3 componentes principales son:

1. Los sensores que recopilan los datos.
2. Una interfaz que permita el almacenamiento y el uso de los datos que van siendo recopilados a una estación de control: un ordenador, un teléfono inteligente o una página web.
3. Una plataforma presente en la nube que integre grandes volúmenes de datos, extrayendo información útil e identificando patrones y parámetros clave. <sup>19</sup>

## **3. Propuesta para una red de sensores sobre la plataforma FIWARE**

Haciendo uso de la plataforma FIWARE, se puede sugerir la siguiente estructura para la implementación de una red de sensores dentro de una residencia:

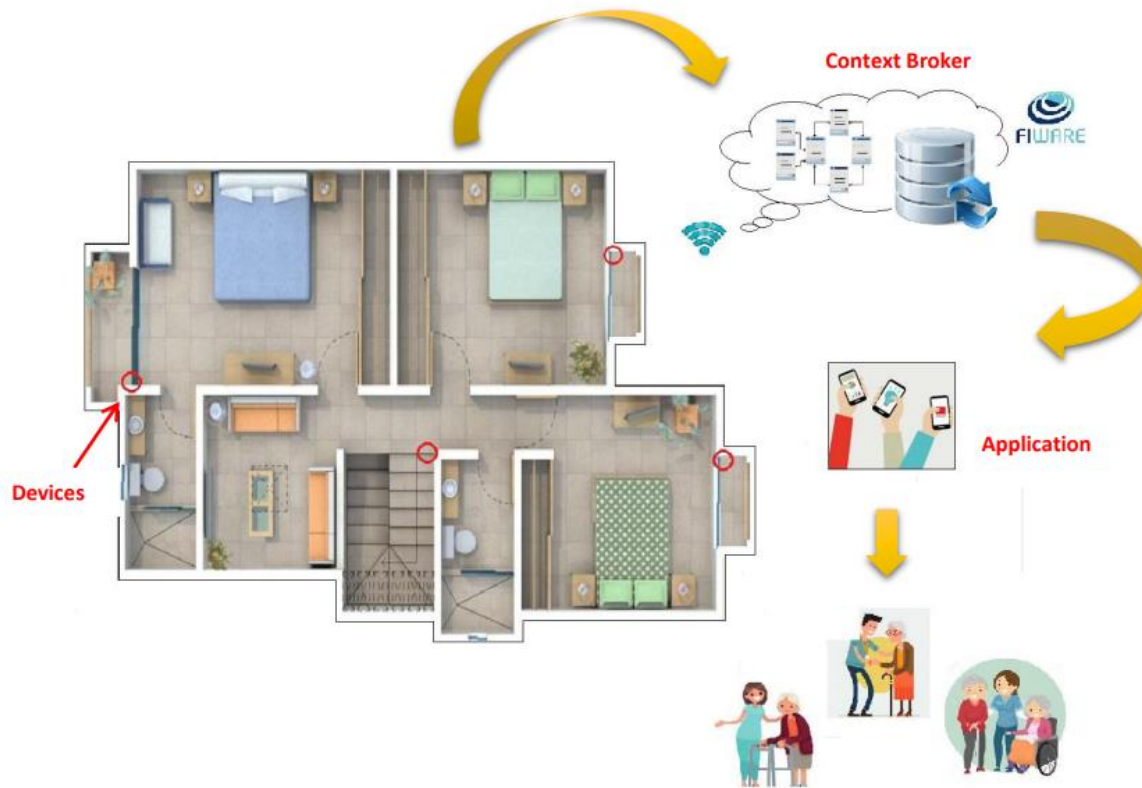


Figura 1. Arquitectura propuesta sobre plataforma FIWARE

Fuente: Elaboración propia

Para esta propuesta se están considerando como zonas de riesgo los balcones y escaleras (Factores de riesgo ambientales, según la clasificación de factores de riesgo de caídas).<sup>20</sup> Para estas zonas, se sugiere instalar sensores volumétricos y de humedad, estos sensores emitirán la señal a un servidor. Una vez que sean capturados y enriquecidos con la información deseada, estos han de ser insertados en la plataforma FIWARE.

Como intermediario de esta plataforma se incita a hacer uso de ORION Context Broker, que es el que se comunica con los agentes IoT (sensores), que envían los eventos o datos.

Una vez que el Orion Context Broker recibe la información se puede enviar una alerta a un dispositivo móvil a través de *“una interfaz web que actúa como cliente y una API Rest que actúa de enlace entre el cliente y la plataforma FIWARE”* (Muñoz, 2022. p.10).

### 3.1 Plataforma FIWARE

Se sugiere hacer uso de la plataforma FIWARE para la implementación de una red de sensores debido a que es una plataforma pública y libre de derechos, se proporciona una referencia de código abierto en cada una de sus APIs, Es la mejor alternativa para esta propuesta considerando que las aplicaciones y servicios están basados en estándares y lenguajes conocidos, dispone de APIs y frameworks que facilitan el desarrollo, no tiene ataduras a un determinado distribuidor y cuenta con la funcionalidad para administrar y distribuir la utilidad a múltiples usuarios a través de FIWARE Lab. Los usuarios pueden hacer uso del hardware y software utilizando los recursos proporcionados por FIWARE Lab: la infraestructura de cómputo como servicio (máquinas virtuales, espacio de almacenamiento, servicios de red), los componentes de software de la Plataforma FIWARE y los datos abiertos publicados.<sup>21</sup>

Para tener acceso a FIWARE Lab y contar con recursos para realizar el despliegue de una infraestructura virtual para experimentar con las tecnologías, es necesario solicitar una cuenta de usuario. Existen dos tipos de cuenta en Fiware Lab:<sup>22</sup>

**Trial:** Los usuarios "Trial" pueden acceder a FIWARE Lab con recursos limitados para probar las tecnologías FIWARE durante un período corto de tiempo (14 días). Una vez que expira el período de prueba, la cuenta se deshabilita y se liberan los recursos asociados.

**Community:** Los usuarios "Community" son usuarios que han solicitado formalmente un entorno a largo plazo para trabajar en el desarrollo de aplicaciones basadas en tecnologías FIWARE. Para hacer la solicitud, deberá llenar un formulario en el cual describirá la aplicación que está desarrollando y el uso planificado de los recursos de FIWARE. La solicitud pasa por un proceso de evaluación, si da como resultado una respuesta positiva, se les asignarán recursos en un nodo FIWARE Lab predeterminado y tendrán acceso a él durante un período de 9 meses, con la posibilidad de renovar el proceso de solicitud.

## 3.2 Componentes de la propuesta

A continuación, se describe a detalle lo que implica cada una de las partes de la propuesta de una red de sensores dentro de una residencia.

### 3.2.1 Devices

Los devices (dispositivos en su traducción literal) son los sensores que se ha mencionado se requieren colocar en las zonas consideradas de riesgo. es decir, para esta propuesta son los sensores volumétricos y de humedad. La Figura 1 indica la ubicación los estos sensores en los balcones y en las escaleras.

Los sensores, son dispositivos autónomos, pueden ser distribuidos físicamente en el número de zonas que se necesite y se comunican mediante algún tipo de tecnología inalámbrica. Su topología es flexible y no requiere de un número mínimo para su funcionamiento.<sup>23</sup>

Sin importar la marca, un sensor incluye propiedades que representan la última lectura disponible del dispositivo.

A continuación, la Tabla 1 proporciona algunas de las lecturas de un sensor, estas son una fuente de información sobre el dispositivo y su entorno.

Tabla 1. Lecturas de un sensor

Fuente: <https://dev.fitbit.com/build/reference/device-api/sensors/>

<b>Interface: <i>Sensor</i></b>	<b>Un sensor mide diferentes cantidades físicas y proporciona las lecturas correspondientes del sensor que son una fuente de información sobre el dispositivo y su entorno.</b>
<b>Propiedades</b>	
<b>readonly activated</b>	Indica si el sensor está activado o no. Cuando se crea un sensor, el sensor no se activa, por lo tanto, el valor inicial de esta propiedad es falso.
<b>boolean</b>	
<b>onactivate</b>	Manejador de eventos que se llama cuando el sensor está activado.
<b>((this: Sensor, event: Event) =&gt; any) or undefined</b>	

<b>onerror</b>  <b>((this: Sensor, event: SensorErrorEvent) =&gt; any) or undefined</b>	Manejador de eventos que se llama cuando ocurre un error. Cuando ocurre un error, el sensor se detiene automáticamente y la propiedad activada es igual a falso.
<b>onreading</b>  <b>((this: Sensor, event: Event) =&gt; any) or undefined</b>	Manejador de eventos que se llama cada vez que hay una nueva lectura disponible.
<b>Metodos</b>	
<b>setOptions()</b>  <b>setOptions(options: SensorOptions)</b>	Actualiza los parámetros del sensor. Esto se puede llamar tanto cuando el sensor está activo (iniciado) como cuando no lo está.
<b>Returns: void</b>	
<b>start()</b>  <b>Returns: void</b>	Encender el sensor. Esto hará que el sensor se encienda y se active
<b>stop()</b>  <b>Returns: void</b>	Detener el sensor. Esto causará que el sensor se detenga y se desactive. El controlador de eventos onreading ya no se llamará cuando el sensor esté desactivado.
<b>Interface: SensorErrorEvent</b>	Evento que se emite cuando ocurre un error asíncrono.
<b>Propiedades</b>	
<b>readonly defaultPrevented</b>  <b>boolean</b>	Establecido en verdadero cuando se evitó el manejo predeterminado
<b>readonly error</b>  <b>Error</b>	El error que ocurrió
<b>Interface: SensorReading</b>	Los subtipos específicos agregan propiedades con nombre para transmitir los datos medidos por el sensor. Esas propiedades pueden ser nulas cuando no hay lectura disponible para el sensor (cuando el sensor aún no está activado y no hay valores en caché válidos que puedan usarse).
<b>Propiedades</b>	
<b>readonly timestamp</b>  <b>number or null</b>	Marca de tiempo de la lectura en milisegundos. NOTA: esto es relativo a un tiempo 0 arbitrario no especificado, o nulo si no hay lectura disponible
<b>Interface: SensorOptions</b>	Opciones utilizadas al crear instancias de un sensor
<b>Propiedades</b>	
<b>readonly frequency</b>  <b>number or undefined</b>	Frecuencia de muestreo deseada en Hz.  La frecuencia de muestreo real del sensor puede ser diferente de la frecuencia deseada, dependiendo de las diversas limitaciones del controlador y / o las capacidades del hardware.

### **3.2.2 Context Broker**

El context broker se encarga de almacenar los datos recuperados enviados por los sensores y la gestión de estos. Es decir, actúa como mediador entre los sensores y los datos que se consumirán. Lo que tenemos que definir es una forma de proporcionar algunas herramientas al sistema que permitan la explotación de las funcionalidades de un context broker. <sup>24</sup>

Para esta propuesta, se sugiere utilizar Orion Context Broker, el cual se encargará de gestionar los datos recibidos por los sensores a través de un modelo.

#### **Orion Context Broker (OCB)**

El principal componente de cualquier plataforma o solución desarrollada con FIWARE es el Orion Context Broker (OCB), el cual aporta una función fundamental en cualquier solución inteligente: administrar la información de contexto, consultarla y actualizarla. <sup>25</sup>

El OCB realiza la publicación de información a través de entidades llamadas productores de contexto, en este caso, esas entidades van a ser los sensores, de manera que dicha información se encuentre disponible también para otras entidades llamadas consumidores de contexto. Los consumidores de contexto son los encargados de procesar toda la información publicada, en este caso nuestro consumidor de contexto es la aplicación que usará la información de los sensores para enviar una alerta.

El OCB es un servidor que implementa una API que se basa en el modelo de información NGSI (Next Generation Service Interfaces) V2, por medio de la cual se pueden realizar varias operaciones:

- Registrar aplicaciones de proveedores de contexto, por ejemplo, para esta propuesta: los sensores instalados dentro de una residencia de un adulto mayor.
- Actualizar información de contexto
- Ser notificado cuando existan cambios en la información de contexto (por ejemplo, cuando un adulto mayor se aproxime a determinada zona).

El modelo de información NGSI V2 se basa en la definición de entidades y atributos:

Entidades son la representación virtual de todos los objetos físicos en el mundo. Cualquier información disponible sobre las entidades físicas es expresada en forma de atributos de una manera virtual. A través del OCB es posible registrar entidades de contexto y administrarlos a través de actualizaciones y consultas. Además, permite suscribirse a la información de contexto para que cuando se produzca alguna modificación se reciba una notificación. <sup>26</sup>

La siguiente figura muestra como el OCB es un intermediario entre los productores (en este caso los sensores) y los consumidores (la aplicación).

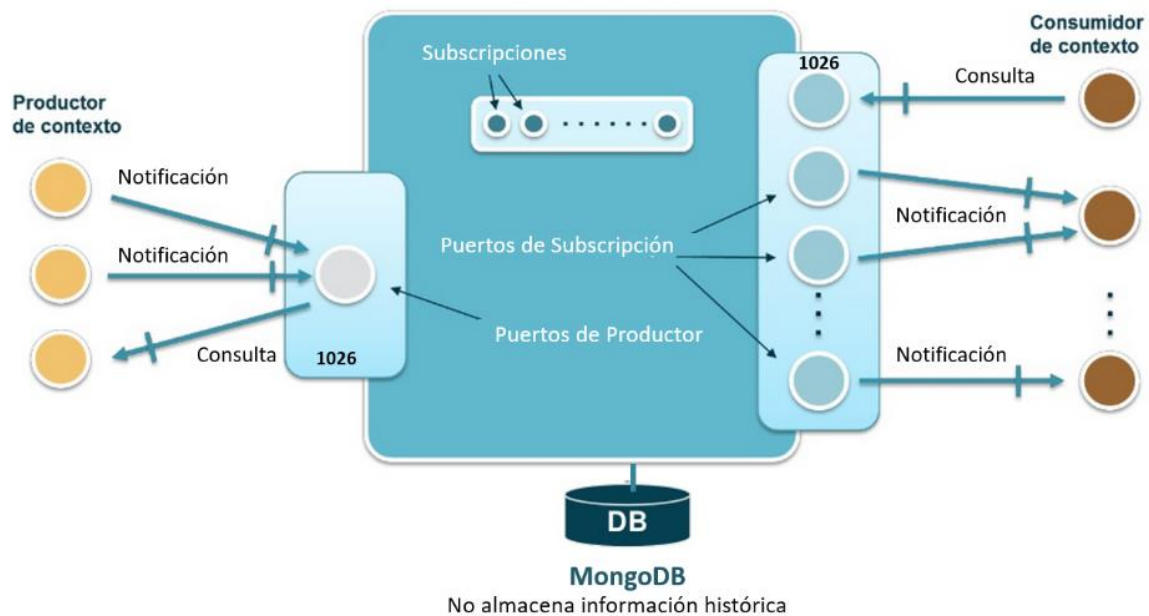


Figura 2. Funcionamiento del OCB de FIWARE.

Fuente: [www.fiwaremexico.org](http://www.fiwaremexico.org), 2023

Un principio primordial del OCB es el de lograr una disociación total entre productores y consumidores de contexto. En otras palabras, los productores de contexto publican datos en general sin saber qué datos son, en que momento y en que lugar los consumidores de contexto utilizarán esos datos; por esta razón, las entidades no necesitan estar conectadas entre sí. En el momento que lo requieran, los consumidores de contexto usan la información de su interés, no es necesario que conozcan al productor de contexto que publica un evento en particular. Están interesados en consumir el evento en sí, y no en saber quién lo generó.



Los productores (Context Producers) son responsables de actualizar la información en la base de datos y los consumidores (Context Consumers) realizan consultas para obtener el estado actual.

En FIWARE, estas operaciones NGSi son invocadas a través de un método POST de HTTP, por lo que los elementos finales (Context Producer y Context Consumer) deben poseer conexión a Internet para ejecutar estas llamadas. <sup>i</sup>

Para esta propuesta en específico se espera que el Orion Context Broker interactue con las aplicaciones productoras de contexto (que proporcionan información del sensor) y una aplicación consumidora de contexto (que procesa esa información, la aplicación).

### **Consultas (RESTful)**

OCB realiza consultas a la base de datos, maneja una interfaz tipo web para realizar estas consultas. Las consultas más utilizadas son insertar, modificar y obtener. Este es un servicio web de tipo REST (REpresentational State Transfer).

Si bien REST inicialmente era una arquitectura de software para sistemas, actualmente se encuentra en muchos ámbitos de la web como API para desarrolladores y emplea una interfaz web que utiliza hipermedios para la representación de información. Puede ser utilizada en cualquier cliente HTTP. <sup>27</sup>

El código de la llamada HTTP puede estar escrito en XML (Extensible Markup Language), un lenguaje de marcas para intercambio de información, o JSON (JavaScript Object Notation), un formato más ligero que el anterior con el mismo cometido.

### **3.2.3 Application**

La aplicación se encargará de enviar las alertas generadas, así como de mostrar los valores que toman los distintos parámetros del sensor.

Para que una aplicación pueda hacer uso de los datos del Context Broker es necesario consumir la información mediante un modelo de datos.

---

<sup>i</sup> Modelo NGSi. Recuperado de: <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/ocb/>

Como se mencionó anteriormente la API REST estándar que propone FIWARE es la NGSI V2 y permite recopilar, gestionar, publicar e informar sobre cambios en la información de contexto.

NGIS V2 define:

- Un modelo de datos para información de contexto, basado en un modelo de información simple que utiliza la noción de entidades de contexto.
- Una interfaz de datos de contexto para intercambiar información mediante operaciones de consulta, suscripción y actualización.
- Una interfaz de disponibilidad de contexto para intercambiar información sobre cómo obtener información de contexto.<sup>28</sup>

La Figura 3 muestra las principales entidades del modelo de datos para esta propuesta:

- Entity: representa la entidad dentro del API NGSIV2.
- Device: dispositivo, en este caso un sensor.
- Subscription: las suscripciones registradas para la intercepción de las modificaciones sobre los valores de los atributos de las entidades.

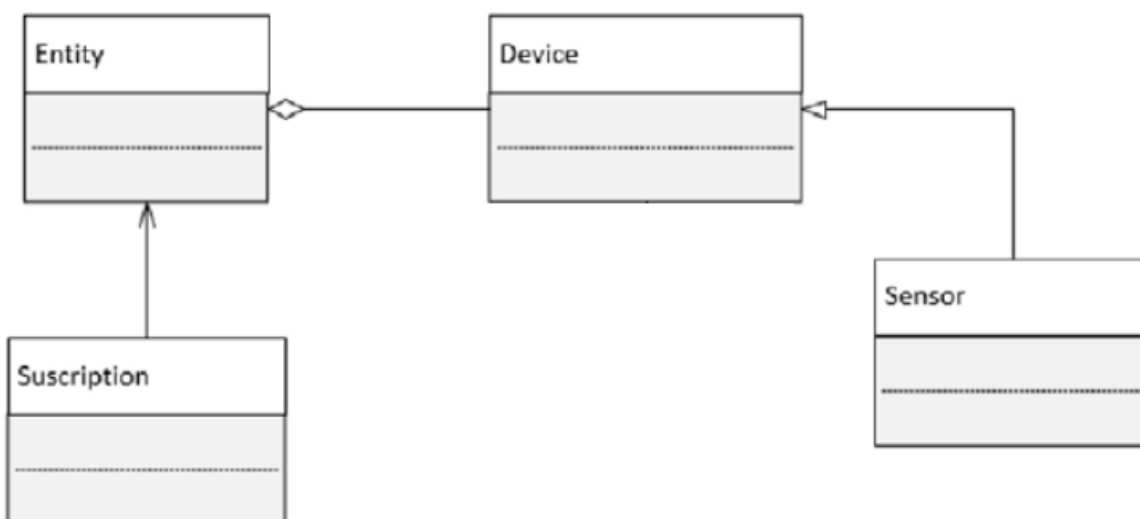


Figura 3. Modelo de datos de la solución propuesta

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Operaciones con la API Restful NGSI V2

A continuación, se describen las principales operaciones que se pueden realizar con el Orion Context Broker para la implementación de una propuesta como la de este trabajo.

Tomamos como ejemplo 2 balcones cada uno con un sensor de humedad.

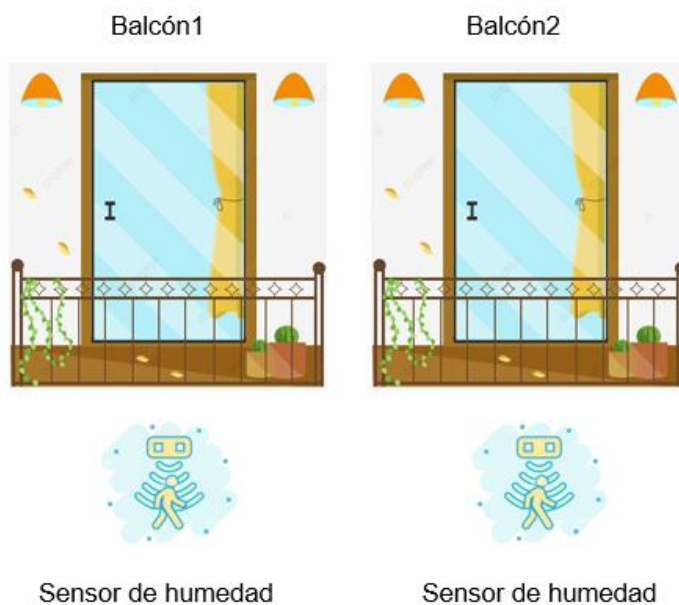


Figura 4. Ejemplo de balcones con sensores

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.1 Creación de una entidad

El "payload" de respuesta de la API en esta especificación se basan en application/json. Los mensajes son enviados a través de objetos JSON planos.

El "id" es el identificador de la entidad, su valor es un dato de tipo cadena que contiene el identificador de la identidad. El tipo de entidad se define a través de la propiedad "type", su valor es un dato de tipo cadena que contiene el nombre del tipo de entidad. <sup>29</sup>

Se crean las entidades Balcon1 y Balcon2. Para ello, se debe utilizar la operación POST /v2/entities.

Ejemplo:

POST <cb\_host>:1026/v2/entities

Header: Content-Type: "application/json"

```
{
  "id": "Balcon1",
  "type": "Balcon",
}
{
  "id": "Balcon2",
  "type": "Balcon",
}
```

Dentro de cada entidad se agregan las propiedades, y cada propiedad contiene atributos. Se pueden agregar los atributos que se deseen según el sensor que estemos utilizando. Para esta propuesta uno de los sensores sugeridos son los de humedad.

Para brindar un ejemplo, con la propiedad de humedad (humidity) utilizamos el atributo readonly de la Tabla 1 que se encuentra en la sección 3.2.1 Devices en cada una de las entidades creadas

```
{
  "id": "Balcon1",
  "type": "Balcon",
  "humidity": {
    "readonly": activated,
    "type": "boolean"
  }
}
{
```

```
"id": "Balcon2",  
"type": "Balcon",  
"humidity": {  
    "readonly": activated,  
    "type": "boolean"  
}  
}
```

Una vez que el Orion Context Broker ha recibido esta solicitud, creará la entidad en su base de datos interna, se instaurarán los valores de los atributos y nos regresará como resultado un código HTTP 201 el cuál nos indicará que la entidad ha sido creada con éxito.

### 3.3.2 Consulta de entidades

Para obtener la información de contexto de todas las entidades almacenadas en el Orion Context Broker se utiliza el método GET <sup>30</sup>

Para obtener la información de contexto del ejemplo Balcon1 se utiliza:

```
GET <cb_host>:1026/v2/entities/Balcon1
```

También se puede consultar el atributo, usando la operación GET

```
/v2/entities/{id}/attrs/{attrsName}
```

```
GET<cb_host>:1026/v2/entities/Balcon1/attrs/humidity
```

Debemos considerar que es posible tener un error en caso de que se intente consultar una entidad o atributo no existente.

Ejemplo:

Solicitud:

```
GET <cb_host>:1026/v2/entities/Balcon6
```

Respuesta:

```
{  
  "description": "The requested entity has not been found. Check type and id",  
  "error": "NotFound"  
}
```

Solicitud:

```
GET <cb_host>:1026/v2/entities/Balcon1/attrs/temperature
```

Respuesta:

```
{  
  "description": "The entity does not have such an attribute",  
  "error": "NotFound"  
}
```

Las operaciones que se mencionaron para crear y consultar entidades son un ejemplo muy simple (solo 2 identidades) pero son los componentes básicos para las aplicaciones productoras y consumidoras de contexto de manera síncrona. Una ventaja relevante es que Orion Context Broker puede gestionar todas las entidades que se deseen en una misma implementación. Por lo tanto, podemos instalar tantos sensores como lo requiera la residencia del adulto mayor.

Se debe tener en cuenta que no es necesario que la aplicación envíe solicitudes de consulta continuamente. El Orion Context Broker puede solo enviar información cuando ésta se genere mediante una notificación.<sup>31</sup>

Como vimos en este ejemplo, el Orion Context Broker interactúa con las entidades productoras de contexto (que ofrecen la información referente al sensor) y una aplicación consumidora de contexto (que procesa esa información, por ejemplo, para enviar una notificación).

Así es como con esta propuesta, se involucra la generación de datos por parte de los sensores y su llegada al sistema FIWARE a través del intermediario Orion Context Broker.

Este trabajo está brindando la información necesaria para hacer uso de la plataforma FIWARE y poder implementar una red de sensores dentro de una residencia que, mediante una aplicación, envíe una notificación cuando el adulto mayor se encuentre presente dentro de una zona considerada de riesgo como lo son las escaleras y los balcones o cuando estas zonas presenten alguna superficie húmeda o mojada ya que el piso puede ser resbaladizo.

#### **4. Discusión**

A pesar de las innovaciones tecnológicas que ya se encuentran actualmente en el mercado, algunos de los artículos que han sido objeto de estudio de propuestas ya existentes acerca de la implementación de un sistema para prevención de caídas en adultos mayores, han expuesto que se han encontrado con algunos desafíos como:

- Dificultad para reclutar participantes
- Necesidad de recolectar datos durante un período de tiempo
- Recolección de datos de disímil nivel de confiabilidad
- Dificultad para evaluar escenarios que impliquen riesgos

Por lo anterior, la propuesta descrita es sencilla y viable ya que una red de sensores es configurable y flexible, se utilizan tecnologías simples, relativamente económicas ya que los sensores tienen precios accesibles, de bajo consumo energético y son de fácil instalación, permitiendo un monitoreo remoto y no intrusivo por parte de la persona que está a cargo del cuidado de un adulto mayor, haciendo uso del IoT como una herramienta auxiliar en sus actividades cotidianas.

La información que se brinda en este trabajo es la base para conocer cómo se lleva a cabo la interacción de un dispositivo con la plataforma FIWARE y con esto, se pueda

realizar la implementación de una red de sensores para detectar cuando un adulto mayor se encuentre en una zona de riesgo dando aviso al cuidador mediante una aplicación. Llevar a cabo la implementación es viable principalmente por los siguientes factores:

1. Solo requiere dos tipos de sensores: volumétrico y de humedad, los cuales están dentro de los sensores mas utilizados en el IoT,<sup>32</sup> esto trae ventajas como costos accesibles, fácil instalación y eficacia. Al no imponer ninguna marca de sensores en específico, se puede elegir un sensor que se adapte a las necesidades y presupuesto de cada usuario.
2. Debido a que la propuesta está basada en FIWARE y ésta es una plataforma pública y libre de derechos con código abierto, los usuarios pueden hacer uso de los recursos proporcionados por FIWARE Lab: la infraestructura de cómputo como servicio (máquinas virtuales, espacio de almacenamiento, servicios de red), los componentes de software y los datos abiertos publicados, lo cual facilita dicha implementación.

Haciendo uso de la información proporcionada en este trabajo para una implementación de este tipo, no solo se estaría aportando al tema de prevención de caídas, sino también al impacto que se tiene en un adulto mayor después de sufrir una caída, generando problemas físicos y/o psicológicos, lo que muchas veces se convierte en complicaciones a largo plazo como la dependencia, depresión y ansiedad.<sup>33</sup>

Desde una perspectiva del usuario final (adulto mayor) con la propuesta de colocar sensores en determinadas zonas de riesgo, no estamos invadiendo su privacidad a diferencia de las propuestas de monitoreo que utilizan cámaras o micrófonos.

Al contribuir en el tema de prevención de caídas se ayudaría a la reducción de estas cifras, que como se mencionó al principio de este trabajo, son bastante preocupantes y han ido en aumento, sin dejar de mencionar que las caídas pueden propiciar otras caídas.<sup>34</sup>

Por lo anterior, se deduce que el Internet de las Cosas (IoT) aún con una implementación sencilla y dentro del hogar también puede hacer posible una mejor calidad de vida para los adultos mayores.



El éxito o fracaso de la implementación residirá en la información que reciba el sistema a través de FIWARE, la cual se logrará mediante la cantidad, calidad y despliegue de los sensores instalados en áreas consideradas como zonas de riesgo y el buen uso y gestión de los datos que se realice en la plataforma. La principal limitante será la rapidez con la que acuda el cuidador del adulto mayor una vez que reciba la notificación, ya que al no acudir de manera inmediata el adulto mayor se encontrará en riesgo de una caída.

Otra cosa que hay que mencionar y puede catalogarse como limitante, es que, al no ser esta una propuesta que sugiera que el adulto mayor lleve consigo algún aparato, los sensores no tienen manera de distinguir si la presencia de una persona es un adulto mayor o no, es decir, con cualquier otra persona que habite en la misma residencia y que se encuentre en las zonas de riesgo (en este caso escaleras y balcones), el sensor estará enviando la notificación a la aplicación.

## **5. Conclusiones**

Ese trabajo da a conocer el uso de la plataforma FIWARE para interactuar con dispositivos IoT como lo son los sensores, así como el aprovechamiento de esta misma, ya que es una plataforma abierta, amplia y potente, con componentes disponibles para su descarga y para su uso en la nube y con un entorno de experimentación, donde los usuarios pueden probar la tecnología y sus aplicaciones, aprovechando los datos abiertos publicados.

La implementación de una red de sensores a través de FIWARE representa una solución interesante para la prevención de las caídas de un adulto mayor dentro de una residencia ya que en la mayoría de los casos no se tiene un ambiente seguro, es decir, con adecuaciones al hogar apropiadas para un adulto mayor, al estar sugiriendo instalar sensores en zonas de riesgo como lo son escaleras y balcones, estamos participando en la prevención de caídas dentro del ámbito de los factores de riesgo ambientales.

Esta propuesta no es intrusiva comparada con otras ya existentes que sugieren que el adulto mayor lleve consigo algún tipo de aparato, u otras propuestas de monitorización

con cámaras o micrófonos, los cuál hace que la implementación sea confiable para el adulto mayor y no se vea comprometida su privacidad o libertad de movimientos.

Llevar a cabo la implementación de esta propuesta puede constituir un punto de partida para:

- Promover el uso del IoT

Ya es sabido que el uso del IoT ha cobrado una gran relevancia debido a su capacidad para transformar la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea. Promover el uso del IoT en la vida cotidiana es favorable para mejorar la calidad de vida de las personas en general, en este caso de los adultos mayores.

- Apoyar la adopción de tecnologías como herramientas auxiliares dentro del hogar.

Si adoptamos las tecnologías como herramientas que nos ofrecen alternativas, podemos usarlas a nuestro favor y entender el papel que tienen dentro del hogar: brindan soluciones a problemas reales.

- Contribuir en materia social con relación al cuidado de los adultos mayores.

Ofrecer una propuesta no intrusiva para ayudar en el cuidado de un adulto mayor contribuye a que ellos tengan una vida digna y segura sin que menoscaben sus libertades y se sientan capaces de seguir realizando sus actividades cotidianas.

Este trabajo no sugiere sustituir la asistencia de una persona dedicada al cuidado del adulto mayor, solo brinda la información necesaria para poder implementar una red de sensores y está sea utilizada como una herramienta auxiliar para ayudar a prevenir caídas que son propiciadas en el factor ambiental.

---

## Bibliografía

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Salud Pública (2023, Agosto 28). Caídas en personas adultas mayores. <https://www.insp.mx/avisos/caidas-en-personas-adultas-mayores>

<sup>2</sup> Organización Mundial de la Salud (OMS): (2021, Abril 26) Caídas, Datos y cifras. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/falls>

<sup>3</sup> Samper Lamencia, B. (2016). Análisis de las caídas en una residencia de ancianos y de la influencia del entorno. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2016000100002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2016000100002)

<sup>4</sup> Vista de incidencia del síndrome de caídas en el hogar, estudio realizado en personas mayores en el rango de edad de 60 a 80 años | *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. (2016). <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/215/963>

<sup>5</sup> Burgos, C. A. Q., Benavidez, D. F. Q., Omen, E. R., & Semanate, J. L. N. (2020). Sistema de detección de caídas en personas utilizando vídeo vigilancia. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(4), 684-693. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000400684>

<sup>6</sup> Ronald N. (2023). Relojes que alertan de caídas: una solución para prevenir lesiones mayores. <https://ofertastecnologia.com/gadgets/relojes-alertan-sobre-caidas-solucion-prevenir-lesiones-mayores/>

<sup>7</sup> Karina M. (s.f.) Tecnologías para monitorear y cuidar personas mayores a distancia. <https://info.betten.cl/tecnologias-para-monitorear-y-cuidar-personas-mayores-a->

---

distancia

<sup>8</sup> Flores F., Cossio E. (2021, Octubre 20) Academia Journals 2021. Aplicaciones, Enfoques y Tendencias del Internet de las Cosas (IoT): Revisión Sistemática de la Literatura.

<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/543/1/Aplicaciones%20enf%20oques%20y%20tendencias%20del%20IoT.pdf>

<sup>9</sup> Lee, N. (2023). 13 Types of internet of things Sensors to watch. MOKOSmart #1 Solución de dispositivo inteligente en China. <https://www.mokosmart.com/es/internet-of-things-sensors/>

<sup>10</sup> ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)? (s. f.). Oracle México. <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>

<sup>11</sup> EDS Robotics. (2022). Los 12 tipos de sensores más usados: características y funciones. <https://www.edsrobotics.com/blog/tipos-sensores-mas-usados/>

<sup>12</sup> Electropoy. (2023). Los tipos de sensores más usados: definición y funcionalidad. <https://elecproy.com/es/blog/tipos-de-sensores/>

<sup>13</sup> Sensores. (s.f.). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/sensores>

<sup>14</sup> De Catalunya, U. O. (2018). Estudio de los sensores para la detección de obstáculos aplicables a robots móviles. <http://hdl.handle.net/10609/80846>

<sup>15</sup> USS Seguridad Integral (2022) Sensores de presencia ¿Qué son y cómo se utilizan? <https://uss.com.ar/tecnologia-y-equipamiento/sensores-de-presencia/>

<sup>16</sup> Pérez de Alejo P. (2020) Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. [http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16\\_4/article/view/705](http://www.rev16deabril.sld.cu/index.php/16_4/article/view/705)

---

<sup>17</sup> Ignacio Garcia (2023) Tipos de sensores: ¿qué función cumplen? Sensores de humedad. Recuperado de: <https://elecproy.com/es/blog/tipos-de-sensores/>

<sup>18</sup> Cruz QPD, Pérez PA, Piloto RA, et al. Algunas causales relacionadas con caídas en el hogar del adulto mayor. Rev Cubana Med Gen Integr. 2015;31(1):35-41.

<sup>19</sup> García, P. (2021, 3 diciembre). Sensores y dispositivos portátiles: cómo vigilan la salud del corazón. CuidatePlus.  
<https://cuidateplus.marca.com/bienestar/2021/12/04/sensores-dispositivos-portatiles-vigilan-salud-corazon-179359.html>

<sup>20</sup> Jaramillo-Losada J., Gómez-Ramírez E. y Calvo-Soto AP. (2020) Caídas en el adulto mayor, conceptos e intervención. En: Gómez-Ramírez E. y Calvo-Soto, AP. (Eds. científicas). Salud, Vejez y Discapacidad. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; p.73-105.

<sup>21</sup> FIWAREmexico.org (2023). La Nube De FIWARE (FIWARE Lab). <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/FIWARELab/>

<sup>22</sup> FIWAREmexico.org (2023). Tipos De Cuenta. <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/FIWARELab/#tipos-de-cuenta>

<sup>23</sup> Fitbit Development: Sensors API. (s.f.). <https://dev.fitbit.com/build/reference/device-api/sensors/>

<sup>24</sup> FIWAREmexico.org (2023). Plataforma FIWARE. <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/plataformaFIWARE/>

<sup>25</sup> FIWAREmexico.org (2023). Orion Context Broker. [https://fiware-training.readthedocs.io/es\\_MX/latest/ecosistemaFIWARE/ocb/](https://fiware-training.readthedocs.io/es_MX/latest/ecosistemaFIWARE/ocb/)

---

<sup>27</sup> GaussWebApp. (2014). Arquitectura REST: concepto y fundamentos - GaussWebApp. GaussWebApp - Estepona, Marbella y Manilva - Proyectos web y App Mviles. <https://gausswebapp.com/arquitectura-rest.html>

<sup>28</sup> FIWAREmexico.org (2023). APRENDE FIWARE EN ESPAÑOL. [https://FIWARE-training.readthedocs.io/es\\_MX/latest/](https://FIWARE-training.readthedocs.io/es_MX/latest/)

<sup>29</sup> FIWAREmexico.org (2023). Representación De Una Entidad En JSON. <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/ocb/>

<sup>30</sup> FIWAREmexico.org (2023). Operaciones Con La API RESTful NGSI V2. <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/ecosistemaFIWARE/ocb/>

<sup>31</sup> FIWAREmexico.org (2023). Desarrolla tu primera aplicación en FIWARE. <https://fiware-training.readthedocs.io/es-mx/latest/casodeestudio/descripcion/>

<sup>32</sup> Cajas Tapia, K. A. (2022). Redes de sensores inalámbricos para IoT : automatización de redes inalámbricas de sensores. 74 páginas. Quito : EPN.

<sup>33</sup> Fabrício SCC, Rodrigues RAP, Costa Junior ML. (2004) Causas e conseqüências de quedas de idosos atendidos em hospital público. *Rev Saude Publica*; 38: 93-9.

<sup>34</sup> Álvarez Rodríguez LM. (2016). Síndrome de caídas en el adulto mayor. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*. Disponible en: [http:// new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=67205](http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDARTICULO=67205)