

# ***Estudio y valoración de la viabilidad de la monitorización del Miedo a Caerse en personas mayores basándose en técnicas de Machine Learning***

Javier Alfonso Cendón, Luis Panizo Alonso, Pilar Marques Sánchez

*Universidad de León*

Javier Pérez Jara

*Hospital Comarcal del Bierzo*

Joaquín Ordieres Meré

*Universidad Politécnica de Madrid*

## **1 Introducción**

**E**L Miedo a Caerse puede considerarse como una respuesta a una amenaza real, previniendo a las personas de mayor edad de iniciar actividades físicas con un elevado riesgo de caída, aunque esto suponga una restricción de las actividades que a largo plazo tendrá un efecto negativo en el plano físico y social del individuo (Alcalde-Tirado, 2010; Olmos-Zapata, 2012). Resulta necesario también destacar el impacto que tiene la caída de una persona de elevada edad para ella misma, para su familia y para la sociedad y el sistema sanitario en general.

Por todo ello el estudio de la caída en las personas de mayor edad nos debe ayudar a conseguir una prevención y una disminución de la incidencia de la misma (Olmos-Zapata, 2012). La aparición del Miedo a Caerse limita muy notablemente al que la padece en el desarrollo de su vida diaria, favoreciendo el sedentarismo y la inactividad. Lo que produce un deterioro general de la persona tanto desde el punto de vista físico como mental (Olmos-Zapata, 2012).

La población mundial está envejeciendo rápidamente, amenazando con desbordar la capacidad de la sociedad para cuidar de sus miembros más ancianos. El por-

## 2. E-SALUD

centaje de personas de más de 65 años en los países desarrollados se prevé que sea de más del 16% en 2050 (United-Nations, 2009), llegando en España a representar un 30%. Por lo que la incidencia del Miedo a Caerse cada vez será mayor.

El Miedo a Caerse presenta una prevalencia de alrededor de un 30% en personas mayores sin ningún historial de caídas, y más del doble en aquellos que tienen algún tipo de antecedente de caídas (Alcalde-Tirado, 2010). Su prevalencia es más elevada en mujeres y en personas con mayor edad (Alcalde-Tirado, 2010), por eso, es posible que factores asociados al proceso de envejecer como la fragilidad física, contribuyan también al desarrollo del Miedo a Caerse.

Varios estudios han indicado que la gente que tiene miedo a caerse parece entrar en un espiral debilitante de pérdida de confianza, restricción de la actividad física, fragilidad, caídas y pérdida de la independencia. Sumando a las consecuencias adversas del Miedo a Caerse para aquellos que lo sufren. También existen consecuencias para el gasto público dado que se aumenta el uso del sistema sanitario. Por lo tanto resulta necesario invertir la espiral de declive de las personas mayores para intentar reducir el Miedo a Caerse, centrándose en factores de esa espiral como el incremento de la funcionalidad física, mejorar las medicaciones, etc.

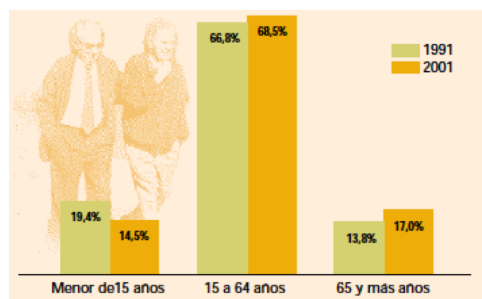


Figura 1: Evolución de la población Española (año 2001). Fuente INE.

En los últimos años, un sustancial número de estudios han medido la efectividad de las intervenciones en el Miedo a Caerse, sin embargo, los estudios desarrollados se centran en las mejoras de las escalas de Miedo a Caerse a través de cuestionarios y en el estado general; no habiendo ninguno en el que se determine de una forma objetiva y cuantitativa la presencia del síndrome, ni su evolución con los tratamientos.

Los trastornos de la marcha es otra patología que aparece con frecuencia en pacientes mayores aquejados de múltiples patologías. Determinadas enfermedades como la Enfermedad de Parkinson, trastornos de la marcha de origen vascular como la Enfermedad de Binswanger o los Ictus provocan serias alteraciones de la marcha y con ellas la aparición del síndrome del Miedo a Caerse. Existen numerosos sistemas empleados en el estudio de las caídas y de los trastornos de la marcha.

El desarrollo de este estudio se ha realizado desde la Unidad de Geriátrica del

Hospital Comarcal del Bierzo y cuenta con la aceptación del Comité de Ética del Hospital de León.

Los siguientes apartados de este artículo se estructuran de la siguiente manera: comenzaremos con los objetivos y la hipótesis de partida del estudio, después nos centraremos en el estudio (material y métodos), a continuación se explicará el funcionamiento del dispositivo e-Health y del prototipo desarrollado, después se explicará el sistema de análisis de resultados y se terminará por unas conclusiones y unas líneas futuras.

## 2 Objetivos e hipótesis de partida

El objetivo principal de este estudio es lograr establecer una serie de parámetros y patrones que permitan definir objetiva y cualitativamente si una persona padece Miedo a Caerse, intentando a su vez identificar aquellos factores asociados a esta patología que pudieran influir positiva y negativamente en el tratamiento de la misma.

La hipótesis de partida de este proyecto consiste en que el análisis del registro de la actividad de personas con y sin Miedo a Caerse durante 24 horas, puede ayudar a determinar las variables vinculadas a dicha patología.

## 3 Estudio. Material y métodos

El estudio se realizó en la Unidad de Geriátrica del Hospital Comarcal del Bierzo, para lo que se seleccionaron dos grupos de pacientes compuestos por veinte personas cada uno de ellos. Uno de los grupos estaba formado por pacientes con Miedo a Caerse y el otro por pacientes sin Miedo a Caerse. Todos los pacientes seleccionados tenían la misma edad.

Mediante la utilización del dispositivo e-Health para la plataforma Raspberry Pi, del que se hablará más adelante, se analizaron las siguientes variables:

- Número de pasos.
- Amplitud media del paso.
- Pasos por amplitud media.
- Media del intervalo entre pasos.
- Tiempo que pasa tumbado (en segundos).

## 2. E-SALUD

- Tiempo que pasa sentado (en segundos).
- Tiempo que pasa de pie (en segundos).

También se realizó un test a cada uno de los pacientes participantes en el estudio con el objetivo de identificar y conocer sus hábitos de vida, con el objetivo de identificar otros parámetros de incidencia del Miedo a Caerse.

Toda la información obtenida en este estudio sigue los parámetros definidos por el comité de ética del Hospital de León y cumple con la L.O.P.D. (Ley Orgánica de Protección de Datos).

## 4 e-Health

El dispositivo e-Health, es una tarjeta que permite a través de las plataformas Arduino y Raspberry Pi realizar aplicaciones biométricas y de vigilancia médica mediante el uso de diez sensores diferentes que permiten medir: la posición del paciente (acelerómetro), glucómetro, temperatura, presión sanguínea, pulso, oxígeno en sangre, el flujo de aire (respiración), etc. (Cooking-Hacks, 2014).

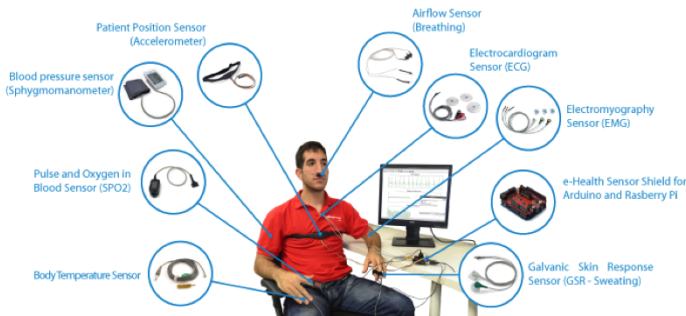


Figura 2: Sensores de la plataforma e-Health. Fuente: e-Health Cooking Hacks.

Por lo que con el uso de este dispositivo se puede monitorizar en tiempo real el estado de un paciente, con el fin de analizar en tiempo real o posteriormente los datos obtenidos. La información biométrica obtenida puede ser enviada inalámbricamente mediante tarjetas Wi-Fi, 3G, GPRS, Bluetooth, y ZigBee 802.15.4 (Cooking-Hacks, 2014).

Para este estudio se ha utilizado únicamente el sensor de posición del paciente, es decir el acelerómetro, utilizando la plataforma Raspberry Pi con una tarjeta WIFI (figura 3).

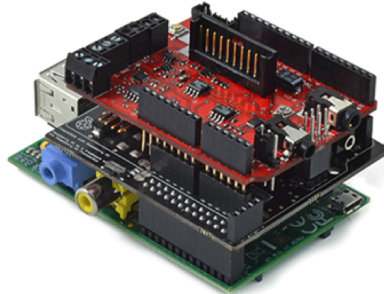


Figura 3: Dispositivo e-Health sobre Raspberry Pi. Fuente: e-Health Cooking Hacks.

## 5 Prototipo desarrollado

Para facilitar el desarrollo del estudio, su toma de muestras y la gestión de los datos obtenidos se desarrolló un prototipo para dispositivos móviles con el Sistema Operativo Android (Google, 2014).

Dicho prototipo permite realizar la gestión de todos los pacientes que participan en el estudio, almacenando sus registros y controlando la puesta en marcha y el funcionamiento del dispositivo e-Health.

La comunicación entre el dispositivo móvil y e-Health se puede realizar tanto a través de WIFI, como de Bluetooth, permitiendo el envío de los datos obtenidos por el acelerómetro a través del correo electrónico. En la figura 4 se pueden observar dos capturas de pantalla de la aplicación.

Los parámetros del acelerómetro pueden ser configurados desde la aplicación, pudiendo modificar su frecuencia de muestreo, en este estudio se están trabajando con frecuencias de muestreo de 100 Hz.

Los datos obtenidos por el acelerómetro de tres ejes (X, Y, Z), que se utiliza en el prototipo, son almacenados junto una variable secuencial que permite comprobar si se ha perdido algún paquete de datos en el experimento y con una variable tiempo expresada en milisegundos que permite establecer la secuencia de los sucesos. A continuación se muestra una secuencia de la tabla de datos obtenida en uno de los muestreos.

## 2. E-SALUD

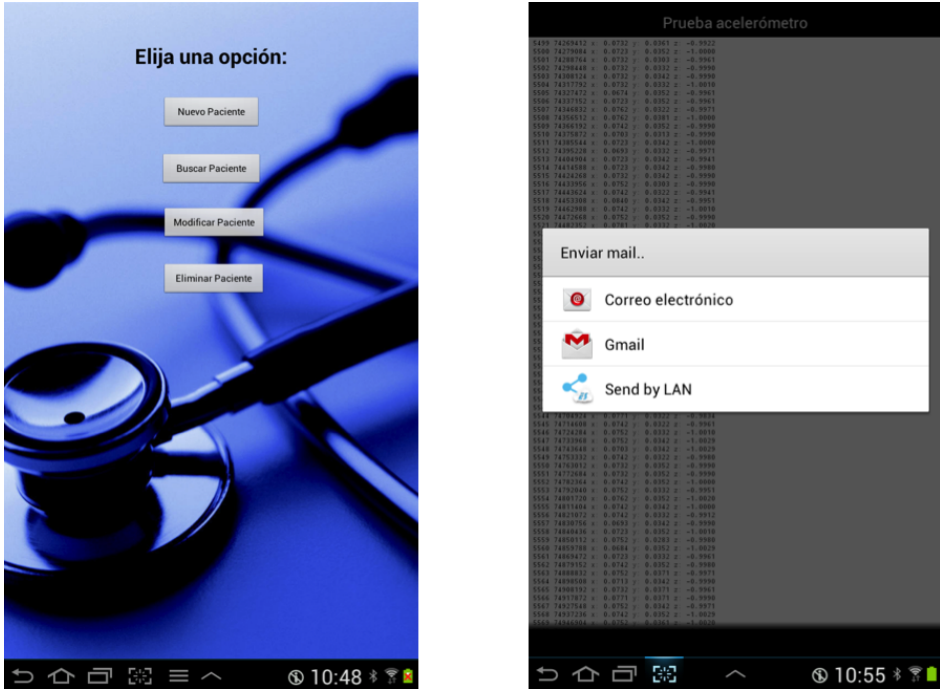


Figura 4: Capturas de pantalla del prototipo Android desarrollado.

## 6 Análisis de resultados

Una vez finalizados los muestreos de los cuarenta pacientes y comprobada la ausencia de errores en la muestra se inició la fase de análisis de resultados. Primeramente se determinó a partir de los valores de las aceleraciones de cada uno de los ejes y basándose en los estudios de (Luštrek et al., 2011) y (Mirčevska, Luštrek & Gams, 2009) los valores que toman cuando se está caminando, sentado, de pie, etc. Dichos análisis fueron llevados a cabo con el software R (R Project, 2014).

Una vez procesada toda la información obtenida en los muestreos se extrajo para cada uno de los pacientes objeto del estudio las siguientes variables: número de pasos, amplitud media, pasos por amplitud media, media del intervalo de pasos, tiempo en segundos que pasa tumbado, tiempo en segundos que pasa sentado y tiempo en segundos que pasa de pie. Observándose ya diferencias notables entre aquellos los pacientes con y sin Miedo a Caerse.

Con esa información, unida al conjunto de datos recopilados para cada uno de los

Id	Tiempo	X	Y	Z
2002	49263096	-1,0654	-0,0146	-0,0107
2003	49272988	-1,0508	-0,002	-0,0039
2004	49282884	-1,0391	0,0156	0,0195
2005	49292592	-1,0264	0,0186	0,0264
2006	49302308	-1,0342	0,0127	-0,0059
2007	49312112	-1,0576	-0,002	-0,0176
2008	49322000	-1,0664	-0,0176	-0,0088
2009	49331888	-1,0742	-0,0303	-0,0078
2010	49341772	-1,0674	-0,0439	-0,0117
2011	49351664	-1,0479	-0,0645	0,0176

Tabla 1: Secuencia de muestreo del acelerómetro.

pacientes en el cuestionario previo al estudio y utilizando la herramienta de Data Mining y Machine Learning WEKA (WEKA, 2014), se clasificó a los pacientes en grupos, permitiendo una efectiva extracción de patrones y de conductas vinculadas al Miedo a Caerse.

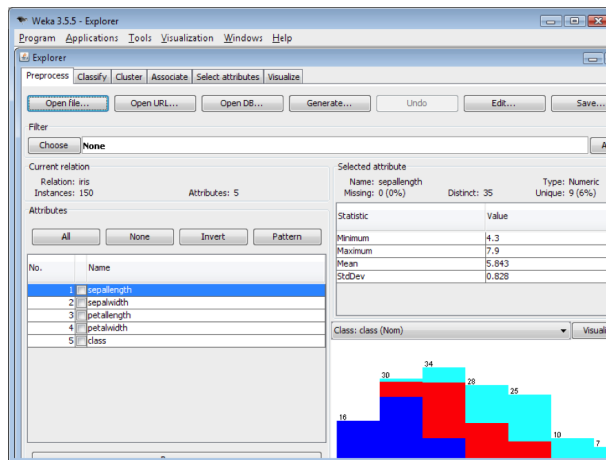


Figura 5: Captura de pantalla del software WEKA. Fuente: WEKA.

## 7 Conclusiones

Con una población cada vez más envejecida, patologías como el Miedo a Caerse tendrán una repercusión cada vez mayor en nuestra sociedad y en nuestro sistema

## 2. E-SALUD

sanitario, por este motivo resulta necesario desarrollar métodos objetivos y cuantitativos para poder medirlas y estudiarlas mejor, pudiendo actuar sobre ellas de una manera más efectiva mejorando la calidad de vida de nuestros mayores.

La utilización de sensores “low cost” como los incluidos en el dispositivo e-Health para la plataforma Raspberry Pi abren un abanico de oportunidades muy grande para la realización de investigaciones biométricas que hasta no hace mucho suponían un coste muy elevado.

La aplicación de técnicas de Minería de Datos y Machine Learning ha permitido la obtención de patrones y parámetros específicos para el diagnóstico y estudio de la evolución del Miedo a Caerse.

Destacar que aunque la reducción del Miedo a Caerse es un objetivo para poder mejorar la calidad de vida de quien lo padece, los beneficios podrían incrementarse muy notablemente si también supusieran un aumento de conductas saludables, un aumento de la participación social y un incremento en general de las actividades diarias.

### 8 Líneas futuras

Una línea futura de trabajo sería la combinación del uso del acelerómetro con otros sensores, como por ejemplo un electro-miógrafo, el sensor de temperatura, etc. permitiéndonos obtener mucha más información. También sería interesante el utilizar la geo-localización para intentar dotar a toda la información obtenida por el acelerómetro de un contexto, ya que el entorno en el que se produzca una caída o una determinada patología puede ser un factor muy influyente y decisivo.



## Referencias

Alcalde-Tirado, P. (2010). Miedo a caerse (Fear of falling). *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 45(1), 38–44.

Cookings Hacks. (2014). e-Health Sensor Platform V2.0 for Arduino and Raspberry Pi [Biometric / Medical Applications]. Recuperado el 24 de febrero de 2014, de <http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/ehealth-biometric-sensor-platform-arduino-raspberry-pi-medical>

Google. (2014). Android. Recuperado el 24 de febrero de 2014, de <http://www.android.com>.



- Luštrek, M., Gjoreski, H., Kozina, S., Cvetković, B., Mirčevska, V. & Gams, M. (2011). Detecting Falls with Location Sensors and Accelerometers. En *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence*. San Francisco, California, EEUU.
- Mirčevska, V., Luštrek, M. & Gams, M. (2009). Combining machine learning and expert knowledge for clasifying human posture. En *Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Electrotechnical and Computer Science Conference. B*, pp. 183–186.
- Olmos-Zapata, P. (2012). *Estudio del síndrome de temor a caerse en personas mayores de 65 años*. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia, Murcia, España.
- R Project. (2014). The R Project for Statistical Computing. Recuperado el 12 de marzo de 2014, de <http://www.r-project.org>
- United Nations. (2009). World Population Ageing (Report).
- WEKA. (2014). Weka 3: Data Mining Software in Java. (M. L. Waikato, Productor). Recuperado el 12 de marzo de 2014, de <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>