



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

INTERNET DE LAS COSAS PARA FOMENTAR LA AUTONOMÍA DE LAS PERSONAS CON DEMENCIA EN LA ETAPA TEMPRANA

Alumno/a: Beltrán López, Rafael

Tutor/a: Macarena Espinilla Estévez

Dpto: Departamento de informática

ÍNDICE

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Motivación.....	4
1.1.1. Internet de las cosas	4
1.1.2. Demencia en la etapa temprana.....	5
1.1.3. Autonomía y dependencia.....	5
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Metodología.....	7
1.4. Estructura.....	8
Capítulo 2. INTERNET DE LAS COSAS.....	10
Capítulo 3. DEMENCIA EN LA ETAPA TEMPRANA.....	15
Capítulo 4. DISPOSITIVOS IoT.....	22
4.1. Sensores en el hogar.....	22
4.2. Dispositivos portátiles.....	27
4.3. Muebles y objetos cotidianos inteligentes.....	33
4.4. Aplicaciones IoT.....	36
4.4.1. Paincheck.....	37
4.5. Proyectos IoT.....	38
4.5.1. Technology Integrated Health Management (TIHM).....	38
4.5.2. Sistema de vigilancia autónoma desatendida (UAS).....	42
4.5.3. Computerised Help Information and Interaction Project (CHIIP).....	44

4.5.4. Asistente de hogar inteligente para la vida asistida en personas con demencia...	47
4.5.5. Sistema de detección temprana de demencia utilizando la plataforma: M2M / IoT.....	49
4.5.6. Sistema de terapia cognitiva asistida por computadora en la demencia.....	49
4.5.7. Sistema de gestión de salud ubicuo con reloj de tipo dispositivo de monitorización para pacientes con demencia.....	51
Capítulo 5. DISCUSIÓN.....	52
Capítulo 6. CONCLUSIONES.....	56
Capítulo 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXO I.....	64

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

1.1.1. Internet de las cosas

“Internet de las cosas”^{1A} (Iot) es un nombre que llama poderosamente la atención cuando lo escuchamos por primera vez, ¿cuál es su origen?. A continuación, vamos a proporcionar algunos casos ilustrativos.

Al sonar el despertador, comprobamos que ha sonado 10 minutos más tarde de lo que habíamos establecido con la finalidad de coger el tren. El despertador está conectado a internet y conoce el horario del tren. Ha sonado 10 minutos más tarde porque dicho tren ha sufrido ese retraso y nos ha dejado dormir más por ese motivo.

Saliendo de casa, vemos un led que parpadea con gran intensidad. El led proviene del paraguas y según el pronóstico del tiempo, que acaban de ,actualizar. El led encendido nos indica que lloverá gracias a la conexión a internet que tiene el paraguas.

En la parada del autobús vemos que hay una pantalla que nos indica la línea de autobús que está a punto de llegar, así como el tiempo que queda para que lleguen otras líneas a esa parada. Los autobuses están equipados con GPS y se va transmitiendo la información al servicio online de la compañía, esta información es la que veremos en las pantallas de las paradas actualizada y en tiempo real.

En los tres casos que hemos comentado se ha utilizado internet para enviar, recibir o intercambiar información, así mismo en los tres casos los dispositivos que estaban conectados con internet no eran ni un teléfono inteligente, ni una tablet, ni un ordenador, eran objetos, “cosas”.

Podríamos decir que IoT es la fusión de la “cosa”, de la informática que lleva integrada junto a la comunicación y codificación en internet (McEwen y Cassimally, 2014) ¹.

A continuación, vamos a revisar los conceptos de demencia en la etapa temprana así como la autonomía de las personas y su nivel dependencia para contextualizar este TFM, el cual se centra en IoT para fomentar la autonomía de las personas con demencia en la etapa temprana.

^{1A} Internet de las cosas: traducido del inglés “Internet of Things” , su acrónimo es IoT.

1.1.2. Demencia en la etapa temprana

Demencia es un término para los síntomas que ocurren cuando el cerebro se deteriora debido a enfermedades, como el Alzheimer o un accidente cerebrovascular, lo que da lugar a una pérdida progresiva de la capacidad mental y se manifiesta a través de síntomas relacionados con la disminución de memoria, comprensión, juicio, pensamiento y lenguaje (Jawaid y McCrindle, 2016)².

Una de las escalas más utilizadas para determinar el estadio de la demencia es la “Escala Global del Deterioro para la Evaluación de la Demencia Primaria Degenerativa” (GDS), también conocida como la Escala de Reisberg.

La etapa temprana corresponde a la fase 4, denomina declive cognitivo moderado según, la GDS. En esta etapa la capacidad de concentración se dificulta, disminuye la capacidad de acordarse de los eventos más recientes, y se dificulta el manejo de determinadas tareas como revisar la economía o viajar solo a lugares nuevos. Las personas en esta etapa presentan problemas para llevar a cabo de manera eficiente o con precisión las tareas complejas. Además, en ocasiones niegan la sintomatología y comienza el aislamiento social porque disminuyen las habilidades sociales. En la etapa temprana un facultativo puede notar problemas cognitivos muy claros durante la evaluación y entrevista con el paciente. La duración promedio en esta etapa es de 2 años (Demential Care Central, s.f.)³.

Otro test utilizado para el cribaje de la demencia es el MEC de Lobo, así como para seguir la evolución de la misma. Es una versión adaptada y validada en España del MMSE (Mini-Mental State Examination) de Folstein. Consiste en un test de cribaje de demencias, útil también en el seguimiento evolutivo de las mismas. Sus ítems exploran 5 áreas cognitivas: Orientación, Fijación, Concentración y Cálculo, Memoria y Lenguaje (STIMULUS, 2019)⁴.

1.1.3. Autonomía y dependencia

La autonomía personal es una habilidad humana que se desarrolla a lo largo de la vida, en un proceso que avanza en relación con el desarrollo del individuo en diferentes

etapas, desde la niñez. Asimismo, la autonomía de las personas es la capacidad para tomar decisiones y actuar en cuestiones relativas a uno mismo. La autonomía personal se trabaja en distintos ámbitos, como la educación infantil y la educación para personas con discapacidades (Quezada y Huete, 2016)⁵.

La dependencia personal es la incapacidad funcional para el desarrollo de actividades de la vida diaria y necesita ayuda para su realización. Una persona dependiente es aquella que no puede valerse por sí misma y necesita asistencia de alguien o de algo, para el desarrollo de su vida cotidiana. En nuestro país existe un “Sistema para la Autonomía y Atención a la Dependencia” que vela por el derecho de las personas afectadas a la protección, a prestaciones económicas y a servicios de ayuda (+Qcuidar, s.f.)⁶.

Para determinar el nivel de dependencia de las personas se realizará una valoración por los órganos de valoración, que estarán formados por profesionales del área social y/o sanitaria.

¿Qué grados de dependencia pueden resultar de la valoración?

- Grado I o nivel de dependencia moderada: la persona va a necesitar ayuda para poder realizar varias actividades básicas de la vida diaria, al menos una vez al día o tiene necesidades de apoyo intermitente o limitado para su autonomía personal.
- Grado II o nivel de dependencia severa: la persona va a necesitar ayuda para realizar varias actividades básicas de la vida diaria al menos dos veces al día, pero no requiere el apoyo permanente de un/a cuidador/a o tiene necesidades de apoyo extenso para su autonomía personal.
- Grado III o nivel de gran dependencia: la persona va a necesitar ayuda para realizar varias actividades básicas de la vida diaria varias veces al día y, por su pérdida total de autonomía necesita el apoyo continuo de otra persona o tiene necesidades de apoyo generalizado para su autonomía personal (Junta de Andalucía, s.f.)⁷.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

La propuesta de este TFM es realizar una revisión de dispositivos inteligentes, siguiendo el enfoque de Internet de las Cosas, que mejoren la autonomía de las personas con demencia en la etapa temprana.

1.2.2. Objetivos específicos

Objetivo 1. Revisar las necesidades de las personas con demencia en la etapa temprana.

Objetivo 2. Revisar el paradigma de Internet de las Cosas.

Objetivo 3. Analizar las herramientas actuales de Internet de las Cosas que mejoren la autonomía de las personas con demencia en la etapa temprana.

1.3. Metodología

Se ha realizado una revisión bibliográfica en las siguientes bases de datos electrónicas: Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature (CINHAL), SCOPUS, WEB OF SCIENCE (WOS). La búsqueda se ha realizado en octubre del año 2019. Hemos realizado las búsquedas aplicando los criterios de inclusión y exclusión, tras esto hemos leído los títulos y resúmenes de los artículos, desechando los que ya no se ajustaban a nuestra temática, posteriormente hemos leído completos los artículos que tras leer título y resumen nos parecían apropiados, utilizando finalmente los que se adecúan a nuestro tema.

Debido a la temática tan reciente de Internet de las cosas y su auge, se han incluido además documentos que derivan de proyectos europeos, facilitados por la tutora.

Criterio de inclusión:

- Textos completos gratuitos.

Criterio de exclusión:

- Artículos repetidos.

BASE DE DATOS	PALABRA CLAVE/CADENA DE BÚSQUEDA	Nº DE DOCUMENTOS ENCONTRADOS /TRAS CRITERIO DE EXCLUSIÓN E INCLUSIÓN REVISADOS	Nº DE DOCUMENTOS REVISADOS DESECHADOS	Nº DE DOCUMENTOS UTILIZADOS
SCOPUS	"internet of things" AND dementia	63/12	1	11
CINAHL	"internet of things" AND dementia	8/3	1	2
WEB OF SCIENCE	internet of things AND dementia	40/20	12	8
TOTAL				21

Tabla 1: estrategia de búsqueda

Fuente: elaboración propia

CRITERIO DE INCLUSIÓN	CRITERIO DE EXCLUSIÓN
Textos completos gratuitos	Artículos repetidos

Tabla 2: criterio de inclusión y exclusión

Fuente: elaboración propia

1.4. Estructura

Esta memoria de Trabajo fin de máster se estructura de la siguiente manera.

Capítulo 1. Expone la motivación del TFM, su propósito y objetivos, así como la estructura de la memoria.

Capítulo 2. Debido a que el TFM se centra en IoT conoceremos el funcionamiento, aplicabilidad y retos a los que se enfrenta, a través de una revisión de IoT.

Capítulo 3. En este capítulo se revisará es estado de demencia. Para ello, se realizará un acercamiento a la demencia, las necesidades y las dificultades que se plantean.

Capítulo 4. Dispositivos IoT. Se analizarán los dispositivos IoT relacionados con la autonomía en personas con demencia en la etapa temprana y sobre los que se está trabajando.

Capítulo 5. Discusión. Se revisarán los documentos encontrados para analizar las posibles similitudes y diferencias.

Capítulo 6- Conclusiones. Se dará respuesta a si los dispositivos inteligentes, siguiendo el enfoque de IoT, mejoran la autonomía de las personas con demencia temprana.

Capítulo 7- Referencias bibliográficas. Se hará referencia a la documentación utilizada para realizar el trabajo utilizando la normativa APA (American Psychological Association), (Normas APA, 2013)⁸.

Capítulo 2 – INTERNET DE LAS COSAS

Internet de las cosas (IoT) es un concepto que hace referencia a la interconexión de los objetos cotidianos a través de internet. Se podría decir que son los objetos o cosas con las que interactuamos y convivimos a diario pero que con anterioridad no estaban conectadas a la red. El objetivo primordial que se pretende conseguir gracias a esta tecnología es ganar en comodidad en nuestras vidas y la obtención de una mayor seguridad en distintos ámbitos.

Es en 1999 cuando aparece el término IoT, cuando un investigador del instituto de Tecnología de Massachusetts y sus compañeros, se encontraban realizando estudios en el campo de la tecnología de sensores y la identificación por radiofrecuencia (DOMODESK S.L., s.f.)⁹.

Hay tres elementos necesarios para hacer realidad IoT: una infraestructura de telecomunicaciones que sea capaz de soportar a los dispositivos con capacidad para conectarse a internet, junto a un sistema que pueda coordinar y controlar los datos obtenidos.

- Red: es el medio de la comunicación, son las tecnologías como datos móviles, Bluetooth, Wi-Fi. Es un factor determinante, con la implantación de las redes 5G se va a reducir prácticamente a cero el tiempo de retraso en la comunicación que se produce entre los servidores y los dispositivos. La nueva tecnología 5G va a necesitar viajar en ondas de radio de muy alta frecuencia, estas frecuencias tienen mayor velocidad y más ancho de banda. Presenta varias desventajas como no poder viajar a través de paredes, tejados o ventanas, y volverse más débiles en las distancias largas. La correcta implantación vendría determinada por la instalación de miles de antenas de telefonía por parte de las compañías. De ahí que en un principio el 5G vaya a complementar al 4G, en lugar de reemplazarlo. Según Caridad (2019)¹⁰, la construcción de las redes 5G tendrá un coste muy elevado, las estimaciones de Barclays acerca del coste de implementar la tecnología 5G en Estados Unidos son de 300.000 millones de dólares. Se espera que las redes 5G entren en funcionamiento en 2020.
- Dispositivos: son objetos y cosas que ya conocemos, como son: automóviles, frigoríficos, relojes, televisiones, lámparas, teléfonos, y otros. Tienen que estar equipados de manera que tengan la capacidad de poder comunicarse con los

demás elementos, como pueden ser chips, sensores, conexión a internet y antenas, entre otros. Los teléfonos inteligentes suelen estar presentes en la mayoría de los hogares y pueden proporcionar algunos análisis de comportamiento con el software adecuado, gracias a los distintos sensores que llevan incorporados. Como resultado de esto, los investigadores pueden monitorear los comportamientos en un entorno más natural, lo que puede conducir a obtener datos de mayor utilidad. Los sensores se han vuelto miniaturizado, se han ido abaratando y se pueden utilizar en el cuerpo, llegando a pasar desapercibidos (Newcombe, Yang, Carter & Hannegan, 2017)¹¹.

- El sistema de control: es necesario, ya que los datos que se han obtenido a través de los dispositivos pasarán a la red podrán ser procesados, una vez que han sido enviados, un sistema controlará los datos y realizará nuevas conexiones (Goldman, 2018)¹².

Internet funciona a través de protocolos, que son combinaciones numéricas que establecen conexiones entre los ordenadores. Hasta ahora, internet se basaba en IPv4, el cual significa Internet Protocol Version 4, este protocolo permite que los equipos se puedan conectar a Internet, cualquiera que sea el dispositivo que utilicemos para ello como teléfonos inteligentes, computadora electrónica, tableta digital o brazaletes inteligentes.

Para IoT el protocolo Ipv4 es una barrera ya que el sistema Ipv4 está llegando a su límite y no podrá soportar más direcciones IP. La solución viene dada por el desarrollo del protocolo IPv6. Con este nuevo protocolo internet está preparada para la llegada de una revolución tecnológica, con nuevos modelos y escenarios posibles debido a la mayor capacidad de direccionamiento, donde un mayor número de dispositivos (objetos) puedan conectarse a Internet (Marker, 2018)¹³.

Si analizamos un objeto de manera aislada puede que no obtengamos demasiada información. Sin embargo, si vamos sumando todos los objetos con conexión a internet de distintos usuarios, se generará información suficiente como para analizar y optimizar tanto como nuestro comportamiento, como el de ciudades enteras (Valois, 2019)¹⁴.

Gracias al sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) se puede integrar un chip en cualquier objeto del trabajo, del hogar e incluso de la ciudad, con la finalidad de procesar y transmitir información de manera constante (Villa, 2016)¹⁵.

Para el año 2020 unos 26 mil millones de dispositivos estarán conectados al IoT, según la consultora Garnet. Nos encontramos ante una tecnología que ya se encuentra presente pero con unas previsiones de gran aumento (Arpajian, 2019)¹⁶.

IoT va a tener gran relevancia tanto en las casas inteligentes como en los distintos gadgets aunque el verdadero potencial de IoT está en la relevancia que alcanzará para los gobiernos y las distintas industrias. Podemos imaginar multitud de beneficios con la implementación en el ámbito de la salud, como el estar avisados de los alérgenos y la concentración en el aire en una pulsera para alérgicos, relojes que estén tomando el pulso de manera constante y en caso de paro cardíaco realizasen un aviso automático a los servicios de emergencias, dispositivos que sean capaces de alertarnos antes de llegar a sufrir una crisis por asma, como otros dispositivos (marcapasos, CPAP, BiPAP, bombas de insulina...) que puedan registrar las distintas anomalías automáticamente y tras detectarlas, enviarlas telemáticamente a una central en la que se recoja la localización de la persona para poder ser atendida lo antes posible sin necesidad de que la persona tenga que realizar acción alguna.

Las futuras aplicaciones son casi infinitas, por ejemplo, una luz en la habitación nos recuerda que es la hora de tomar la medicación porque detecta que no se ha abierto la caja donde se guardan las medicinas, en el caso de no tomarlas la caja estaría programada para conectarse a internet y enviar un correo electrónico a la persona que se haya determinado para poder actuar en consecuencia.

Una persona con demencia sale a caminar, lleva integrado un GPS en una pulsera, cualquier familiar podría saber en todo momento el lugar exacto donde se encuentra dicha persona consultándolo en tiempo real a través de su teléfono inteligente, lo que daría autonomía a la persona que sufre la demencia, como tranquilidad y seguridad a los familiares, e incluso podrían establecer que una vez que se alejase a una determinada distancia del domicilio les llamase automáticamente para alertar de la situación.

Sin embargo, surgen nuevos retos como la privacidad y la seguridad de los datos. El IoT relacionado con la salud^{2A}, Health Internet of Things (H-IoT), cada vez cuenta con mayor relevancia en la gestión de la salud al proporcionar televigilancia en tiempo real de los pacientes, pruebas de tratamientos, actuación de dispositivos médicos (por

^{2A} Internet de las Cosas relacionado con la salud: traducido del inglés "Health Internet of Things", su acrónimo es H- IoT

ejemplo, dispensación de medicamentos), monitoreo del estado físico, alertas de pacientes y cuidadores, entre otras aplicaciones; Parámetros fisiológicos (por ejemplo frecuencia cardíaca, respiración, saturación de oxígeno en la sangre, temperatura de la piel, glucosa en la sangre y química de la sangre) pueden ser recopilados junto con los parámetros de comportamiento relacionados con la salud y el bienestar. La salud y los comportamientos de los usuarios se pueden digitalizar, registrar, almacenar y analizar cada vez más, creando novedosas oportunidades para la investigación y la atención clínica. Los protocolos de análisis de H-IoT utilizan estos datos a su vez para producir información sobre varios aspectos de la salud de una persona usuaria. Los flujos de datos de los múltiples sensores pueden agregarse para facilitar la atención vinculada y la gestión de la salud. H-IoT es un complemento para la atención preventiva, la clínica, y la utilización de dispositivos de monitoreo para pacientes con enfermedades crónicas fuera del ámbito sanitario tradicional. Surgen nuevas conexiones entre áreas de la vida privada tradicionalmente fuera del alcance de la salud y la asistencia sanitaria. Dadas sus numerosas aplicaciones, H-IoT promete muchos beneficios para la salud y la atención médica. A pesar de los beneficios, H-IoT también plantea una serie de preocupaciones éticas relacionadas con la sensibilidad inherente de los datos relacionados con la salud que se generan y analizan, así como los riesgos latentes de los dispositivos con acceso a Internet. Los usuarios, ya en una posición vulnerable como pacientes, se enfrentan a un desafío sobre el que aparentemente no tienen control y son los datos producidos y analizados por el H-IoT, que debido a la escala, el alcance y la complejidad de sistemas que automáticamente producen y analizan los datos personales de la salud (Mittelstadt, 2017)¹⁸.

Las personas usuarias tradicionalmente han recibido ayuda para proteger sus intereses y privacidad a través de la regulación legal. Los datos de salud y los dispositivos que los manejan se han enfrentado a estrictas normativas legales que limitan su recopilación y procesamiento. La ley de protección de datos en Europa (Reglamento General de Protección de Datos), por ejemplo, ha tratado los datos relacionados con la salud como una "categoría especial de datos personales" que requieren mayor protección (Unión Europea, s.f.)¹⁷.

Mittelstadt (2017)¹⁸ propone nueve principios éticos para el diseño de dispositivos H-IoT y protocolos de datos: facilitar las acciones de salud pública y el compromiso del usuario con la investigación a través de H-IoT, no maleficencia y beneficencia, respetar

la autonomía del usuario, respetar la privacidad individual, respetar la privacidad del grupo, incorporar la inclusión y diversidad en el desarrollo y diseño, recopilar los datos mínimos requeridos, establecer y mantener la confianza y confidencialidad entre los usuarios y proveedores de H-IoT, asegurarse de que los protocolos de procesamiento de datos sean transparentes y responsables.

Capítulo 3 – LA DEMENCIA EN LA ETAPA TEMPRANA

Para Jawaid y McCrindle (2016)² la demencia se ha convertido en uno de los mayores problemas sociosanitarios en el mundo, según la Organización Mundial de la Salud hay 47 millones de personas con demencia en el mundo, para el año 2030 se estima que la padezcan 75 millones de personas y para el año 2050 las previsiones son las de triplicar el actual número. La demencia además no solo representa un problema para calidad de vida de la persona, sino que también se encuentra asociada a un alto coste económico y a una gran carga para los cuidadores, como así lo indica la OMS en su informe de 2012, en el que declaró la demencia como un problema global (Enshaeifar et al., 2019)¹⁹.

La demencia es un síndrome ocasionado por una enfermedad cerebral, puede ser de naturaleza crónica o progresiva, con déficits de múltiples funciones superiores como la memoria, cálculo, orientación, capacidad de aprendizaje, pensamiento, comprensión, lenguaje y juicio, entre otras (Enshaeifar et al., 2018)²⁰. El déficit va acompañado tanto por el deterioro del control emocional, como el comportamiento social o la motivación, en consecuencia se produce un deterioro intelectual que se puede apreciar y repercute en las actividades básicas de la vida diaria (asearse, vestirse, alimentación o descanso, entre otras), el cuadro tiene una duración superior a los seis meses, obteniendo la información gracias a la exploración del paciente y a la anamnesis de una tercera persona (Newcombe et al., 2017)¹¹.

Los criterios anteriormente mencionados se basan en el deterioro de la memoria junto al pensamiento suficiente para afectar en la vida cotidiana como requisito principal para el diagnóstico, aunque trascendiendo el límite de la dismnesia (trastorno de la memoria) al verse afectadas otras funciones cognitivas.

Los síntomas y comportamientos relacionados con la demencia que se presentan con mayor frecuencia son: comportamiento motor anómalo, depresión, ansiedad, pérdida de peso, irritabilidad, agitación, pérdida de confianza en sí mismo, orientación deficiente, dificultades de comprensión, incapacidad para reconocer, alteración del sentido del tiempo, desorientación, miedo a bañarse y al agua, cambios de personalidad, pérdida de objetos, disminución de las habilidades sociales, comer de manera inapropiada y acciones repetitivas (Van Hoof, 2010)²¹.

Los síntomas de la enfermedad incluyen cambios tanto en el movimiento como en el habla. Un ejemplo de cambio en la conducta de una persona con demencia es el comportamiento agitado. La capacidad de hablar en una persona que tiene demencia se verá afectada, por tanto, la demencia puede causar problemas de comunicación. Mantener una comunicación efectiva aumenta la calidad de vida, y para las persona que sufren demencia se puede convertir en una tarea compleja ya que el encontrar las palabra adecuada para describir un objeto se puede convertir es una tarea imposible. Diversos síntomas de la demencia, como la depresión y la ansiedad pueden ser causadas por las dificultades que presentan en la comunicación (Newcombe et al., 2017)¹¹.

Según Van Hoof (2010)²¹ todos los síntomas no han de presentarse en todas las personas con demencia.

Las causas de la demencia pueden ser: degenerativas, demencias neoplásicas, endocrino/metabólicas, hidrocefálicas, infecciosas, tóxicas, trastornos inflamatorios crónicos, traumáticas, vasculares.

Los sentidos pueden resultar afectados en la demencia:

- Pérdida de audición, es un factor de riesgo de demencia, una de las hipótesis defiende que dejar de oír bien aumenta la carga cognitiva. Mientras tanto, múltiples estudios han demostrado que "los audífonos pueden prevenir o retrasar la aparición de la demencia "y puede atenuar el deterioro cognitivo, al reducir tanto la carga cognitiva y mejorar la memoria de trabajo (Johansen et al., 2018)²².
- Disfunciones visuales, se pueden presentar incluso en las primeras etapas de la demencia. Estas disfunciones incluyen sensibilidad de contraste espacial deteriorada, así como la menor capacidad visual de discriminación de movimiento, deterioro en la visión en color y visión borrosa. Otra disfunción es una sensibilidad al contraste disminuida, que puede exacerbar los efectos de otras pérdidas cognitivas, e incrementar la confusión y el aislamiento social La función visual alterada puede incluso estar presente si las personas con demencia tienen agudeza visual normal y no tienen enfermedades oculares. La luz juega un papel fundamental en la regulación de importantes procesos bioquímicos, el sistema inmunológico y el control neuroendocrino.

- Pérdida de olfato, puede aparecer antes de que aparezcan los síntomas cognitivos, las personas que experimentan pérdida de olfato tienen más del doble de probabilidades de desarrollar demencia.
- El sentido del gusto puede alterarse en la demencia temprana al dejar de reconocer la relación entre un alimento y su sabor.
- Sobre las alteraciones del sentido del tacto existen pocas evidencias científicas, se recomienda estimularlo en el cuidado diario. Lo que sí se ha demostrado es ser un medio eficaz para calmar la agitación a través de un masaje o de estimulación en las comidas junto al estímulo verbal en las etapas media y avanzada de la demencia (Van Hoof, 2010)²¹.

Según Martín (2005)²³, la prevalencia a nivel mundial de la demencia en las personas mayores de 65 años es del 8%, ésta cifra llega a doblarse si incluimos a las personas con formas leves de demencia o con un deterioro cognitivo superior al que se correspondería para su edad y nivel educativo. La tasa de conversión de pacientes que presentan demencia leve o deterioro cognitivo significativo a casos ya confirmados de demencia se sitúa entre el 10%-12% anual. Hay un criterio unánime al considerar que la tasa de demencia depende en gran medida de la edad, duplicándose cada 5 años desde el 1% a 2% a los 65-70 años, hasta el 30% o más después de los 85 años. La tasa sigue aumentando incluso en las edades más avanzadas. En la mayoría de los países la forma de demencia que se presenta con mayor frecuencia es la enfermedad de Alzheimer (66%), le sigue la demencia asociada a la enfermedad de Parkinson y las demencias vasculares, con un 10-14% para cada una. La frecuencia de cada subtipo de demencia puede variar con la edad. Por el contrario, la prevalencia de la demencia por cuerpos de Lewy parece ser superior a lo que se creyó en un principio. Se desconoce si la mayor prevalencia de demencia vascular que se ha encontrado en la población asiática se debe a un problema metodológico o podría ser debido a una distribución diferente de factores epidemiológicos y/o genéticos.

Los estudios de prevalencia en España han mostrado cifras que oscilan entre el 5% y el 14,9% para mayores de 65 años, y entre el 6,6% y el 17,2% para mayores de 70 años según una revisión reciente del Centro Nacional de Epidemiología de los estudios poblacionales realizados en España.

Los hombres tienen una mayor incidencia de demencia vascular a edad más temprana, mientras que las mujeres tienen una mayor incidencia de enfermedad de Alzheimer a edad más avanzada.

En el estudio de Bermejo et al. (2008)²⁴, en España la incidencia anual de demencia se encuentra entre 10 y 15 casos por cada 1.000 personas al año en la población mayor de 65 años.

La evolución clínica de la demencia suele ser progresiva, crónica y en la mayoría de las ocasiones termina llevando a la situación de dependencia total, tanto en relación con la función psíquica física como, ocasionando el fallecimiento de la persona en un plazo variable de tiempo, dependiendo de la etiología de demencia.

La sobrecarga del cuidador es otro factor que aparece cuando una persona tiene demencia. La atención familiar en su totalidad está bajo presión, dada la tensión de la atención y el envejecimiento de la sociedad (los cuidadores familiares también van envejeciendo). Los cuidadores familiares habitualmente arriesgan su bienestar financiero, emocional y físico para proporcionar cuidados intensivos y estructurales a sus familiares con demencia. Este es el coste humano del cuidado de la demencia, que incluye sobreesfuerzo tanto físico como psicológico. Los cuidadores familiares desarrollan considerables problemas psicológicos y enfermedad física, con mayores niveles de ansiedad y depresión en comparación con la edad control.

Por otra parte, vivir solo con demencia conlleva grandes riesgos de descuido, lesiones y aumenta las posibilidades de institucionalización.

Uno de los principales motivos de dependencia y discapacidad entre las personas mayores en el mundo es la demencia (Van Hoof, 2010)²¹.

La dependencia conlleva una reducción en la autonomía de la persona, en mayor o menor grado. Nos surge una cuestión ¿qué es la autonomía de la persona?, Naciones Unidas (2012)²⁵ define autonomía en la II Asamblea Mundial de Naciones Unidas sobre envejecimiento como “la capacidad percibida para controlar, afrontar y tomar decisiones personales acerca de cómo vivir de acuerdo con las normas y preferencias propias”.

Para Van Hoof, (2010)²¹ la autonomía personal, las decisiones personales y el control de la propia vida son derechos reconocidos y a su vez están ligados a la libertad. Por tanto, podemos decir que la autonomía es fundamento de derechos. El ejercicio de la autonomía personal, además de ser un derecho, resulta ser una condición indispensable para la vida en sociedad, esto es, para tener una adecuada inclusión social.

Según hemos estado viendo, situación de dependencia y autonomía personal son conceptos distintos, pero se encuentran íntimamente ligados. La autonomía es la capacidad de afrontar, controlar, y tomar decisiones personales por propia iniciativa acerca de cómo vivir de acuerdo con las normas y las preferencias propias, así como de desarrollar las actividades básicas de la vida diaria, por tanto la falta de ésta implica dependencia.

Con las personas que se encuentran en situación de dependencia hay que tomar distintas medidas con el objetivo de prevenir el agravamiento de dicha situación, así como fomentar la autonomía personal que conserva la persona afectada, junto a proporcionar lo que resulte necesario para mejorar su déficit de autonomía.

Las políticas sociales han de estar dirigidas a la prevención de la situación de dependencia con respecto a la totalidad de la población, teniendo en cuenta a los grupos de riesgo, con la finalidad de evitar la pérdida de autonomía o retrasar en la medida de lo posible su aparición.

Dependencia es un estado con carácter permanente en el que se encuentran las personas por motivos derivados de una enfermedad, edad o discapacidad junto a la pérdida de autonomía física, sensorial, mental o intelectual y necesitan atención de otras personas para poder realizar las actividades básicas de la vida diaria u otros tipos de ayuda para para su autonomía personal (Junta de Andalucía, s.f.)⁷.

Hemos de tener en cuenta que las personas son activas por naturaleza y ocupan su tiempo en realizar todo tipo de actividades, que tienen como finalidad el satisfacer sus necesidades y deseos.

Las personas consiguen su realización a través de las distintas ocupaciones en constante interacción con el ambiente, de ahí viene la importancia de realizar actividades y/o acciones que resulten gratificantes.

La ocupación y la salud están relacionadas porque la pérdida de salud disminuye la tasa de actividad. En este caso habría que adaptar la actividad teniendo en cuenta el grado de autonomía y la capacidad de la persona, sin olvidar sus gustos, motivaciones e intereses.

El conjunto de tareas o conductas que una persona puede realizar de forma diaria y que le permiten cumplir su rol o roles dentro de la sociedad y vivir de forma autónoma e integrada en su entorno son las actividades de la vida diaria (AVD).

Las AVD varían entre las actividades más básicas e imprescindibles para la supervivencia como puede ser la alimentación, hasta otras tareas que pueden resultar más complejas del autocuidado personal e independencia vital, como hacer la compra o utilizar un teléfono. También se incluyen otras actividades relacionadas con el ocio o el ámbito laboral.

Las AVD son realizadas en un grado, forma e importancia que varía de un individuo a otro, hay factores que ejercen gran influencia como es la cultura (Van Hoof, 2010)²¹.

Las actividades de la vida diaria se pueden clasificar en las siguientes modalidades:

Actividades básicas de la vida diaria (ABVD)

- Son universales.
- Están estrechamente ligadas a la condición humana y a la supervivencia, son las necesidades básicas de la persona.
- Están dirigidas a uno mismo.
- Se realizan de manera cotidiana y automáticamente.

Dentro de las ABVD se incluyen: alimentación, aseo, baño, control de esfínteres, movilidad personal, sueño y descanso, vestido (Junta de Andalucía, s.f.)⁷.

Actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD)

- Tienen un mayor sesgo cultural.
- Se encuentran ligadas al entorno.
- Son un medio para obtener o realizar otra acción.
- Implican la interacción con el medio más inmediato y suponen una mayor complejidad cognitiva y motriz.

Dentro de las AIVD se incluyen: cuidado de otras personas, establecimiento y cuidado del hogar, manejo de dinero (compras), mantenimiento de la propia salud, movilidad comunitaria (utilización de los medios de transporte), respuesta ante emergencias, utilización de los distintos sistemas de comunicación (escribir, hablar por teléfono...), uso de procedimientos de seguridad (Somos Sanitarios, 2019)²⁶.

Actividades avanzadas de la vida diaria (AAVD)

Participación social: es el comportamiento que se realiza en la comunidad mediante la interacción colectiva (roles familiares, amigos y/o laborales).

Ocio y tiempo libre: actividades elegidas de forma voluntaria y realizadas en los momentos del día donde no se realizan a las tareas obligatorias.

Actividad educativa: destinada a adquirir unos conocimientos, una formación y desarrollar la capacidad intelectual.

Actividad laboral: situación vinculada a cualquier tarea física o intelectual que recibe algún tipo de remuneración (Vithas, 2019)²⁷.

IoT es parte de la tecnología que puede ayudar como forma de accesibilidad, adaptación, participación y presencia social desde una óptica de autonomía personal. Actualmente existen recursos de basados en desarrollos tecnológicos que ofrecen alta capacidad para generar apoyos, aunque se espera que con IoT se multipliquen, fomentando la autonomía personal. El mantenimiento de la autonomía de la persona con demencia es uno de los objetivos principales. Con el inicio de la enfermedad, de manera progresiva la persona irá dejando de lado de manera progresiva las actividades que antes realizaba e irá perdiendo la capacidad de realizar las tareas que anteriormente hacía de manera cotidiana.

Capítulo 4 - DISPOSITIVOS IoT

En el contexto de las actividades y conductas de vida asistida por ambiente y monitoreo, el concepto de hogares / entornos inteligentes ha surgido como un campo de investigación y desarrollo con muchos ejemplos que aparecen en una variedad de contextos diferentes (universidades, centros de investigación, hospitales, residencias, etc.).

En lo que se refiere a la Universidad de Jaén e Internet de las Cosas, en 2014 se analizó, se diseñó y se desarrolló un Smart Lab en la Universidad de Jaén, el cual se denomina UJAmI, basado en Inteligencia Ambiental en la Universidad de Jaén. El fin de tal laboratorio es proporcionar un entorno donde las soluciones tecnológicas de asistencia se podrían testear y prototipar con usuarios reales. El espacio inicial asignado al laboratorio inteligente se describe a través de creación del laboratorio inteligente en cinco perspectivas: el diseño del laboratorio inteligente, la selección de dispositivos, el despliegue del middleware^{3A}, las infraestructuras técnicas y los muebles inteligentes (Kaner et al., 2019)²⁸.

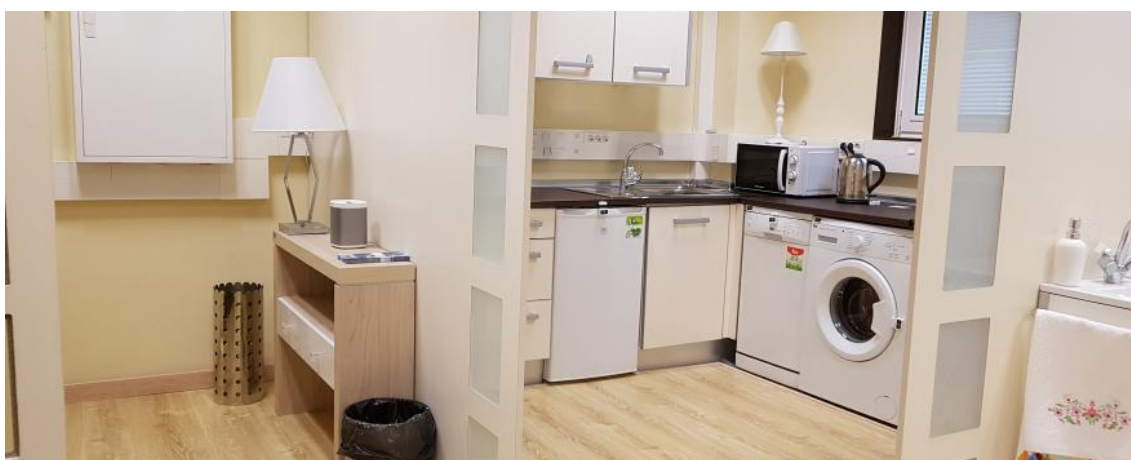


Figura 1: fotografía UJAmI.

4.1 - Sensores en el hogar

La mayor parte de la sensorización en el hogar se realiza mediante sistemas compuestos por sensores distribuidos en toda la casa. Los datos de estos sensores se envían a un

^{3A} "Middleware es software que se sitúa entre un sistema operativo y las aplicaciones que se ejecutan en él. Básicamente, funciona como una capa de traducción oculta para permitir la comunicación y la administración de datos en aplicaciones distribuidas"

centro de procesamiento central donde se pueden analizar. En algunos casos, los datos se analizan automáticamente y realizan la decisión de si realizar una determinada acción o no en función de los parámetros recibidos, por ejemplo, alertas a familiares o cuidadores. (SentinelCARE, Just Checking, TruSense, GrandCare Systems).

A continuación, vamos a revisar algunos de los dispositivos con sensores más relevantes en el entorno, que aparecen en el estudio de Kaner et al.,(2019)²⁸.

Los sensores TruSense ayudan a mantener a las personas mayores seguras en casa. TruSense analiza los hábitos diarios de su usuario, como el tiempo que pasa dormido, en la cocina o fuera de la casa. Si cambia alguna de sus rutinas, TruSense notifica a los aquellos que están registrados para obtener la información. Si es necesario el sistema también puede notificar la emergencia.

Grandcare systems, los cuidadores o los miembros de la familia acceden al sistema iniciando sesión en un portal de atención en línea. Sensores de actividad inalámbricas, sensores ambientales y dispositivos de salud digitales opcionales pueden ser agregados al sistema según las necesidades del usuario. Estos dispositivos se pueden usar para notificar a los cuidadores por teléfono, correo electrónico o mensaje de texto si algo parece mal o si las lecturas de bienestar están fuera de los parámetros establecidos.

Elsi® Smart Floor, es principalmente una herramienta invisible (suelo inteligente) de ayuda de enfermería para prevención y detección de caídas e incluye una gama de detección para las estancias de cama, baño, inodoro. Cuenta con temporizador, alertas de demencia y alarmas antirrobo, etc. Es un programa de ayuda profesional proactiva para hogares de ancianos así como para centros de rehabilitación y hospitales. Además, el sistema proporciona herramientas para rastrear patrones de comportamiento anormales 24/7 y riesgos, por ejemplo, por infecciones. Estas alertas tempranas reducen el tiempo de hospitalización.

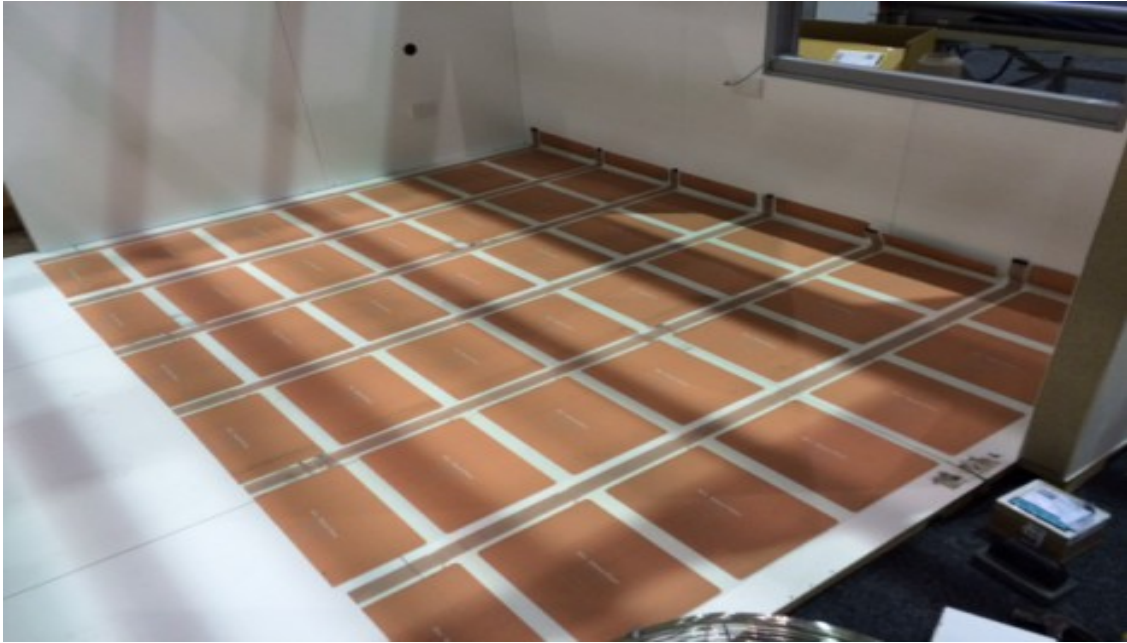


Figura 2: fotografía Elsi smart floor. Egan (2015).

AbiBird y Canary Care, gracias a un sensor de movimiento los cuidadores pueden utilizar la aplicación para teléfonos inteligentes y controlar el movimiento de forma remota, así como recibir notificaciones si no se detecta actividad después de un período de tiempo determinado.

AbiBird, lee y analiza el día y la actividad nocturna dentro de una casa. Si una persona deja de moverse por un período de tiempo o la actividad excede las rutinas normales, AbiBird envía inmediatamente una alerta a los familiares o al cuidador. El sensor se coloca en un estante o pared y no tiene cámara o grabación de audio, lo que permite a las personas realizar sus tareas diarias actividades guardando la privacidad del usuario.

Canary Care utiliza pequeños sensores de movimiento, temperatura y luz que controlan la actividad y según las reglas preestablecidas, manda una alerta si no hay actividad durante un período de tiempo determinado.



Figura 3: dispositivo Canary Care. Best (2019)

La mayoría de las patentes en este dominio se centraron en monitorear a las personas adultas mayores para detectar problemas. En este sentido, se corresponde con un sistema completo de inteligencia ambiental que utiliza una variedad de sensores y se pueden conectar a redes para trasladar la información.

Algunos proyectos (REAAL, LUCIA, CARE HOME16) desarrollaron sistemas AAL para personas mayores a través de sensores no invasivos, y utilizando técnicas de Inteligencia Artificial, el sistema automáticamente aprende el comportamiento del habitante, estableciendo así ciertos patrones que pueden representar una emergencia y, cuando se detecta, se genera una advertencia.

CoSHE (Smart Home Environment basado en la nube) es un sistema de monitoreo para la atención médica en el hogar. Se compone de una casa inteligente, una unidad portátil, una nube privada y un robot-asistente. CoSHE recolecta señales fisiológicas, de movimiento y de audio a través de sensores portátiles no invasivos. Identifica actividades diarias, cambios de comportamiento y monitorea la rehabilitación y los procesos de recuperación.

Los sistemas de monitoreo estándar para ancianos en el hogar son efectivos en el 70% de los casos, pero hay un 30% de los accidentes domésticos que aún escapan al control. Por este motivo y con el objetivo de ofrecer una solución completa para el sector,

Ibermática, un español empresa de servicios tecnológicos, ha desarrollado el proyecto REAAL, basado en IoT y en el análisis inteligente de datos. Esta iniciativa permite monitorear la actividad de las personas mayores a través de sensores no invasivos y analizar los datos extraídos. Basado en esta información, y usando técnicas de Inteligencia Artificial, el sistema auto-aprende matemáticamente el comportamiento del habitante, estableciendo ciertos patrones que pueden representar una emergencia.

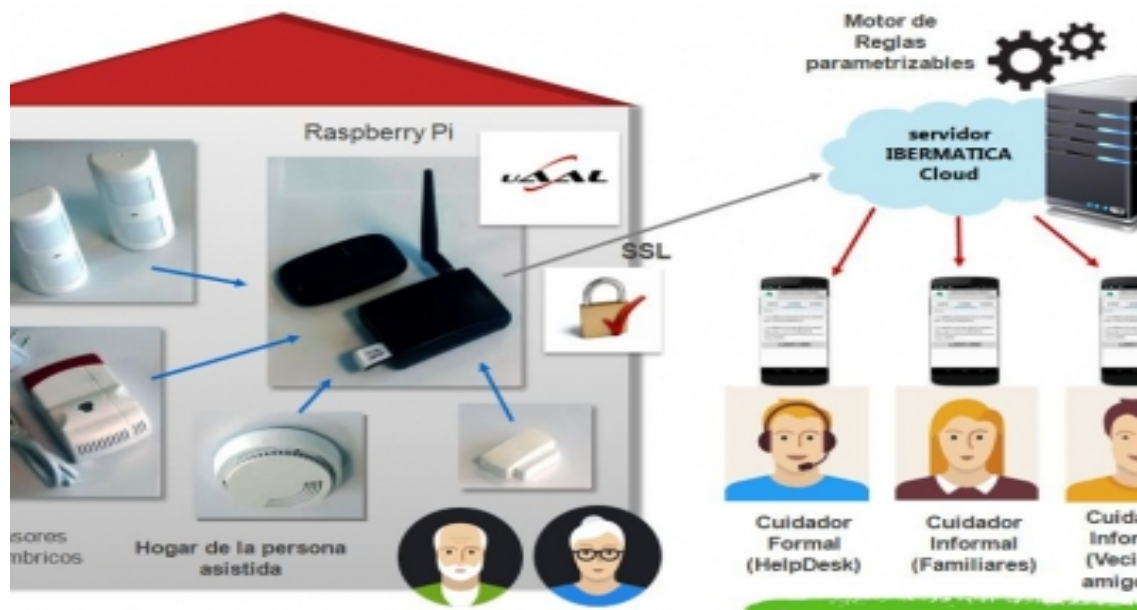


Figura 4: ilustración proyecto Reaal. Ibermatica (2017)

Objetivo del proyecto "Lucía" es sensorizar los hogares de personas mayores o dependientes que viven solos para que un sistema basado en inteligencia artificial detecte patrones de comportamiento. Se trata de crear un sistema de IA que esté en aprendizaje continuo y sea capaz de analizar los distintos patrones de comportamiento de sus usuarios y realizar notificaciones de advertencia cuando se producen alteraciones de los patrones. Dependiendo del nivel de alerta, se transferirán a familiares o servicios de emergencia. Inicialmente, el sistema utiliza 3 tipos diferentes de sensores: movimiento, presión y apertura de puerta. Estos tres sensores nos informará del grado de actividad en la casa y la ubicación del usuario se consigue triangulando la información de estos sensores; Con la presión que podemos detectar cuando está acostado o sentado en su silla, y con la puerta podemos detectar cuándo está dentro o fuera de la casa.

En el estudio de Al-Shaqi, Mourshed y Rezgui (2016)²⁹ enumeran distintos tipos de sensores:

- Interruptor magnético, para detectar la apertura de puertas, ventanas, armarios, etc.
- Sensor de temperatura, para determinar la temperatura ambiente o temperatura del agua.
- Sensor de luminosidad, para detectar el nivel de iluminación.
- Almohadilla de presión, medida aplicada de presión.
- Sensor de flujo de agua, mide el flujo en grifos y duchas.
- Sensor movimiento infrarrojos, detectar el movimiento.
- Accesorios eléctricos, envía señales cuando el usuario se apaga o enciende. Sensor potencia de corriente, determina el consumo de electricidad.
- Sensor de fuerza, detectar movimiento caídas.
- Sensor humo /calor, detectar humo o fuego.
- Biosensor, monitoreo de signos vitales humanos.

4.2 - Dispositivos portátiles

Otro tipo de dispositivos estrechamente relacionado con Internet de las cosas son los dispositivos portátiles. En este contexto el desafío está básicamente relacionado con la aceptabilidad, durabilidad, facilidad, comunicación, y requisitos de potencia de estos dispositivos, no solo deben proporcionar datos y medir las señales, el diseño ha de ser versátil con peso mínimo, efecto piel, y que no suponga una carga en sus actividades cotidianas. Además, la vida útil de su batería y la capacidad de comunicar la acción debe ser lo suficientemente fuerte como para ser operativa durante días o semanas sin la necesidad de recargar el dispositivo. Debe ser resistente a impactos, al calor, frío y agua. Cumplir estos requisitos requiere un gran desafío para los desarrolladores de tecnología, que si se logra contarían con los sistemas de tecnología asistida en el hogar para avanzar hacia unos nuevos cuidados y niveles de asistencia.

Vemos en el estudio de Kaner et al., (2019)²⁸ que durante los últimos años, el campo de los dispositivos portátiles ha experimentado una explosión de soluciones disponibles en el mercado. Esto también se aplica al sector de AAL (vida asistida ambiental). La mayoría de estos dispositivos están hechos de un reloj inteligente o pulsera inteligente que transmite de forma inalámbrica actividad datos. Esta información se utiliza para identificar patrones y / o detectar problemas potenciales como caídas. Una aplicación de

teléfono inteligente proporciona contacto directo con los cuidadores. Algunos ejemplos de este enfoque son Senior Protection, Nectarine y CarePredict. Una solución simple y precisa presentada por Zembro consiste en una pulsera con un botón de alarma para enviar un mensaje a los contactos preseleccionados.



Figura 5: fotografía brazalete zembro. Zembro

Senior Protection tiene dos dispositivos para la protección de las personas mayores en la casa. Por un lado, un reloj que tiene entre sus funcionalidades el indicador de actividad física, letreros LED y sistema SOS. Por otro lado, un dispositivo para el hogar que ofrece chat de voz para pedir ayuda, botón SOS y más funcionalidades.

Nectarine es una solución de cuidado remoto de inteligencia artificial. Ha sido desarrollada para ayudar a las personas de la tercera edad que se encuentran viviendo de manera independiente, combina hardware discreto y liviano, inteligencia artificial y una aplicación fácil de usar para monitorear cambios sutiles en la rutina diaria de una persona.

CarePredict ofrece información útil para ayudarlo a proporcionar mejores cuidados a las personas mayores. La solución que presenta combina tecnología portátil, seguimiento inteligente de la ubicación en interiores, aprendizaje automático y analítica predictiva.



Figura 6: fotografía CarePredict. CarePredict.

Tempo es un dispositivo portátil que se utiliza en la muñeca, cuenta con sensores que pueden detectar las actividades de la vida diaria de una persona. Eso proporciona un sistema de llamadas y detecta la realización de las ABVD, como comer, beber y bañarse. Cuando se presiona el botón de asistencia incorporado, se envía una alerta a los cuidadores en la que se ofrece la ubicación exacta de la persona. Tempo también tiene comunicación de audio bidireccional entre el cuidador y el adulto mayor para brindar un mejor apoyo.

Cinturon anticaída de Wolk, gracias a un microgiroscopio detecta la caída y antes de que llegue al suelo se ha desplegado una bolsa de aire para proteger a la persona, una caída en una persona mayor suele tardar unos 0,3 segundos, este dispositivo tarda 0,18 segundos en inflar la bolsa de aire.



Figura 7: cinturón anticaída. Pascual (2019).

Investigaciones recientes en dispositivos portátiles para adultos mayores con integración de sensores en textiles han desarrollado la plantilla inteligente. Cuya función es detectar o prever caídas.

E-vone es el primer zapato conectado con detección automática de caídas y geolocalización tanto en interior como en exterior. En caso de caída, bien dentro del hogar, sus zapatos E-vone envían una alerta a su familia por SMS con la dirección exacta donde se encuentra.



Figura 8: e-vone zapato inteligente. Huane (2018).

Clip de pastillas, cuenta con alarma incorporada, y fue especialmente diseñado para personas que necesitan tomar sus medicamentos de forma regular y no llevan una buena adherencia al tratamiento por olvidos. El dispositivo es pequeño y puede ser fácilmente abrochado, en el bolsillo de la camisa, como un alfiler, lo que lo hace práctico y fácil de usar. El clip tiene una pantalla LED que indica la hora y tiene botones a los lados para que las personas puedan programar la hora a la que necesitan tomar sus medicamentos.

Continuarte, un reloj inteligente con GSM incorporado, alarma de caída automática y monitor de salud para ayudar a tratar con algunos de los desafíos del envejecimiento. Permite a las personas vivir de manera más activa en el hogar por más tiempo, a pesar de la enfermedad o discapacidad. Las características principales son: alarmas automáticas en tiempo real y alertas, predice incidentes, funciona tanto en interiores como en exteriores.

Sistema de monitoreo multimodal, portátil y adaptable para las personas, basado en el mecanismo biomecánico-fisiológico, capaz de detectar y anunciar en tiempo real de eventos de riesgo, que incluyen caídas, pero no se limita solo a ellas. Muestra una solución capaz de superar los problemas expuestos en los sistemas actuales, relacionados con la fiabilidad de la detección de impacto y con la discreción.. El sensor inteligente consta de un acelerómetro triaxial que se puede usar sin necesidad de ropa, ya sea sujeto a la piel por una tirita hipoalérgica, en un brazalete o sujeto a un adorno de dimensiones mínimas.

Kytera Companion, es una solución de monitoreo pionera, consiste en una pulsera portátil, un sistema de sensores de red de malla y un software basado en la nube con una aplicación móvil. Puede detectar hasta el 95% de caídas suaves y duras, mediante el análisis del patrón de actividad y deduciendo el contexto de la actividad. Proporciona una monitorización relativa al bienestar (higiene, nutrición, sueño) y ubicación (basado en tecnología de posicionamiento completo en interiores y análisis de posición avanzado), logrando un número mínimo de falsas alarmas.

Lively wearable: dispensador de pastillas bloqueable, son para aquellos con mayor riesgo de tomar medicación incorrecta en el momento equivocado. Todos los compartimentos en los que se encuentra la medicación están cerrados y solo el compartimento especificado se desbloqueará en el momento adecuado. Otro dispositivo con la misma finalidad consiste en un sistema de alarma para advertir de la toma de la

medicación mediante mensajes de voz, de esta manera se potencia la adherencia al tratamiento de las personas con demencia temprana (Zanjali y Talmale 2016)³⁰.

Be close: Consiste en varios sensores distribuidos alrededor de la casa para formar un seguimiento inalámbrico y discreto de las rutinas de la persona. Los sensores tomarán los datos relativo a apertura y cierre de puertas, niveles de actividad, uso de medicamentos. Los datos del sensor se recopilan y se envían a la nube, donde se almacenan y analizan.

Domoalert: es un dispositivo que comunica y gestiona toda la información con el teléfono del usuario, permitiendo un control integro del hogar aunque se encuentre lejos de ella. Puede controlar un sensor de apertura de ventanas, un sensor de movimiento, armarios o puertas para detectar si la persona ha salido o se encuentra en el hogar; desactivar y activar de forma remota una alarma, control del sistema de climatización desde el teléfono inteligente y un pulsador que, ante una situación de peligro o emergencia, avisa a quien haya determinado previamente.



Figura 9: fotografía domoalert. Construnario.

Sensovida: sistema de teleasistencia para personas mayores y/o con algún tipo de discapacidad. Realiza detección automática de situaciones de riesgo (rutinas). Se puede realizar un seguimiento en tiempo real con la aplicación del teléfono inteligente. Incorpora un botón de emergencia con funcionalidad tanto dentro como fuera de casa.

Sensovida analiza parámetros como el sueño, la actividad, etc... y genera un informe de bienestar semanal.

4.3 – Muebles y objetos cotidianos inteligentes

Existen pocos muebles de los denominados inteligentes a la venta, lo que sí es más común son los accesorios para implementarlos, como por ejemplo sensores para determinar cuándo se levanta una persona de la cama.

A continuación, se revisan aquellos muebles y objetivos cotidianos más relevantes en el estudio de Kaner et al.,(2019)²⁸.

Colchón inteligente fabricado por Sleep Number, con una gran cantidad de sensores y reconocimiento de voz. Es capaz de estimar la calidad del sueño y el bienestar en función del movimiento de la cama, la frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria. También puede dar masajes y ayudar a reducir los ronquidos. funciones de reconocimiento de voz que ofrecen al usuario muchas características. Utiliza la tecnología SleepIQ y ActiveComfort para monitorear los distintos parámetros. Tan pronto como sea posible. SleepIQ, junto con una aplicación, puede dar detalles sobre su nutrición, estado físico, dieta y otros elementos esenciales, información biométrica. Finalmente, nos ofrece una puntuación basada en los patrones de sueño y también le ofrece recomendaciones para mejorar el sueño.

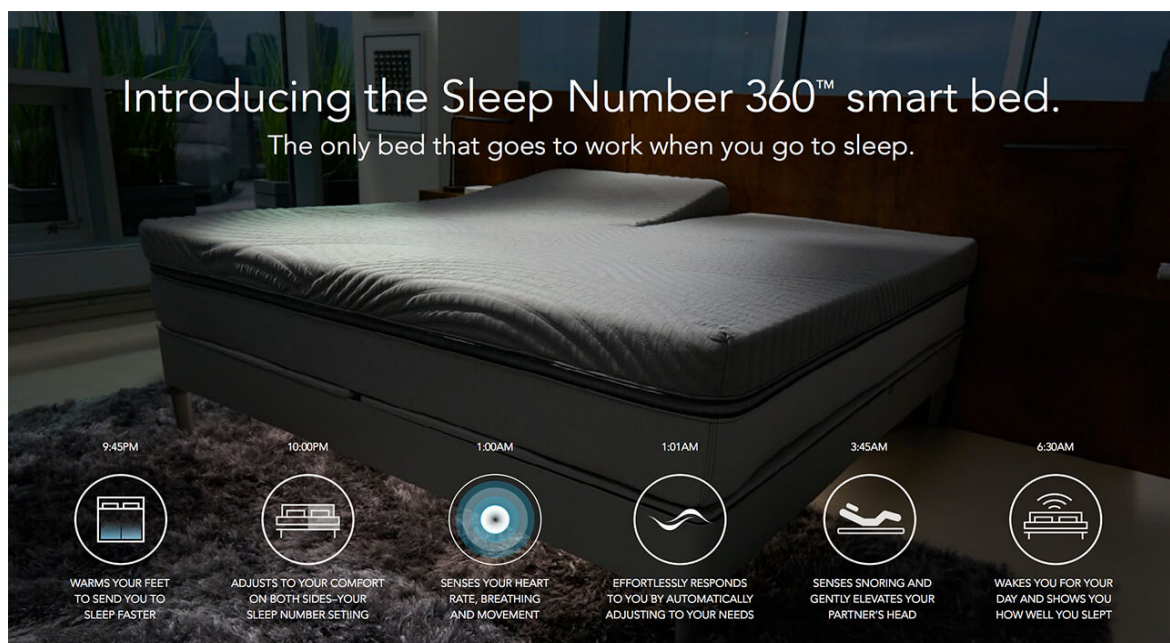


Figura 10: colchón sleep number 360. Slumber search.

Hay patentes que están relacionadas con la ocupación de camas. Estos sistemas se han diseñado para detectar y anunciar a los cuidadores cuando una persona se levanta de la cama por la noche y tarda más de lo esperado en volver.

Un ejemplo más avanzado se describe en la patente ES120612U, es un colchón que incluye unos sensores de temperatura, humedad y presión y un circuito de control que envía esa información de forma inalámbrica a una aplicación de teléfono inteligente.

Asistae, una solución avanzada de IoT que se compone de un sensor para la cama o sillón que es capaz de enviar información a través de la red móvil (p. ej.3G). Se puede usar una aplicación de teléfono inteligente para proporcionar alarmas de forma remota a los cuidadores previamente establecidos, configurando algunas reglas basadas en el tiempo fácilmente configurables. Esta aplicación también puede proporcionar datos históricos relativos a la ocupación.



Figura 11: Fotografía sensor asistae y explicación colocación. Fama.

Miray, sensor de cama. Durante el turno de noche en las residencias y centros de atención es necesario e importante controlar la actividad de los pacientes que duermen en el centro. El sensor de esta cama tiene un sensor de alta tecnología que controla si el paciente se levanta de la cama y avisa a los profesionales sanitarios.

Aidacare, cuenta con un sensor en la alfombrilla que se sitúa al lado de la cama, alerta a los cuidadores en caso de que un paciente abandone la cama. Las alfombrillas con sensor Aidacare están hechas de espuma de seguridad e incluye una tira reflectante para una mayor visibilidad por la noche.

Sensores para poner en camas, sillas, sillones, detectan cuando el usuario se ha levantado de la cama, la cuna, la silla o similar y activa un mensaje que activa una lámpara de iluminación para evitar caídas por falta de visión. Igualmente, permite activar una pluralidad de alarmas para anunciar a los cuidadores y / o familiares cuando se detecta que el usuario ha estado despierto durante mucho tiempo. De esta manera, si el usuario se cae al levantarse y pasa demasiado tiempo lejos de la cama, cuna, silla o similar, sus familiares o cuidadores recibieron una señal de advertencia.

Alacena inteligente para evaluar la memoria en el hogar, esta alacena de 3 puertas lleva incorporado un conjunto de sensores basado en el IoT, destinada a detectar pérdidas de memoria para la detección temprana de algunas enfermedades neurodegenerativas, mediante la evaluación continua de memoria del usuario y notificándoles cuando sea apropiado. Entre otras características del sistema, destaca que este método de medición no requiere ningún esfuerzo adicional por parte del usuario, y se realiza de manera continua. Los usuarios solo han de realizar su rutina diaria. La alacena tenía algunos sensores de puerta conectados a una Raspberry Pi 3, con un software diseñado para analizar las señales y la memoria del usuario. La principal contribución de este trabajo sobre los de otros autores es el estar ante una solución de bajo coste, que puede monitorear a los usuarios en su vida diaria para medir la memoria con el potencial de detectar enfermedades relacionadas con problemas de memoria, sin necesidad de personal cualificado. Además, el mecanismo es novedoso, ya que se basa en sensores magnéticos para puertas con precios económicos, con un precio aproximado de 2 euros por unidad. El trabajo actual intentó encontrar una solución que fuera lo más asequible, para poder llegar al mercado con un margen rentable, atraer a las empresas y que pueda tener un impacto real en la sociedad.

Una limitación de la versión actual es que se basa en el supuesto de que sólo realiza las mediciones de manera fiable cuando está siendo utilizada por una persona. Para superar esta limitación se puede incluir un mecanismo de identificación, que podría ser identificación facial con una cámara económica gracias al reconocimiento facial o mediante identificación por radiofrecuencia, lo que requeriría que el usuario lleve una tarjeta para la identificación.

Aladin es una lámpara inteligente que evita las caídas gracias a una combinación de sensores analógicos de última generación inalámbrica capaces de detectar el

movimiento más lento y un software propietario, PrediCare, que analiza patrones de comportamiento para predecir futuras caídas.

Smart table surface, consiste en un sistema de sensores para el apoyo de la monitorización nutricional. El sistema se basa en un mantel inteligente equipado con una matriz textil de presión de grano fino y sensible al peso. A diferencia de muchos otros enfoques de monitoreo de la nutrición, este sistema es discreto. Permite detectar y reconocer acciones relacionadas con la ingesta de alimentos, como cortar, recoger, eliminar, etc., gracias a la identificación del sector en el que se ejecuta la acción, y el seguimiento del cambio de peso en los restantes sectores. En otras palabras, podemos determinar las piezas se cortan en el plato principal, cuánto se toman de la guarnición, cuántos sorbos se toman de la bebida, la velocidad a la que se consume comida y cuánto peso se toma en general. Además, la distinción entre las diferentes acciones de alimentación, como cortar, recoger, hurgar, proporciona pistas sobre el tipo de alimentos tomados y la forma en que se consume la comida. Se ha evaluado el sistema en 40 comidas, en 5 personas distintas, en un entorno de vida real: para siete acciones relacionadas con la alimentación (cortar, sacar, agitación, etc.), el resultado arroja una tasa de reconocimiento promedio superior al 90% para casos dependientes de personas.

En la detección temprana de enfermedades, puede ser difícil vender productos a personas sanas, aunque el producto sea económico. González-Landero, García-Magariño, Amariglio y Lacuesta (2019)³¹ en su estudio afirman que para aprovechar el potencial de detección precoz de pérdida de memoria, al igual que se ha hecho con otros dispositivos inteligentes, habría que ampliar las funcionalidades.

4.4 – Aplicaciones IoT

Muchas aplicaciones solo se encuentran en la etapa inicial, donde la recopilación de datos, la extracción de características, y la metodología son criterios clave para una implementación exitosa. En última instancia, las aplicaciones sanitarias inteligentes beneficiarán a los seres humanos al aumentar la esperanza y la calidad de vida, debido al descubrimiento en fase temprana de la enfermedad, la vida asistida ambiental, monitoreo del paciente, etc. Según Chui et al.,(2017)³², estamos obteniendo ganancias a largo plazo utilizando el aprendizaje automático.

Los algoritmos de optimización y los algoritmos de aprendizaje automático son herramientas centrales que pueden beneficiar a las aplicaciones sanitarias, a su vez están relacionadas con la predicción de actividad, donde el objetivo es predecir o prever una actividad o conducta a partir de los datos obtenidos con los sensores e introducir un método basado en algoritmos para realizar la predicción de actividad. Para Chui et al.,(2017)³² la predicción de actividad es útil para proporcionar actividades consistentes en servicios que pueden incluir desde la automatización del hogar con eficiencia energética, intervenciones basadas en indicaciones, hasta la detección de anomalías, como la posibilidad de una futura agitación en base a los datos recolectados y procesados. Al utilizar eventos de sensor etiquetados por actividad para aprender una rutina normal de un individuo, el algoritmo puede generar automáticamente predicciones de actividad y mensajes de actividad asociados, como una alerta. Sin embargo, la predicción de actividad se enfrenta a desafíos como datos del sensor ruidosos, información proporcionada por algoritmos de reconocimiento que están sujetos a errores y los datos contienen una gran cantidad de datos relacionales y temporales, relaciones que deben ser explotadas para poder hacer predicciones altamente precisas. El aprendizaje de actividad se ha investigado durante los últimos años para una gran cantidad de sensores y plataformas, incluidos sensores ambientales, sensores portátiles, sensores telefónicos y datos de audio / video. (Minor, Doppa y Cook ,2017)³³.

El uso de las tecnologías de asistencia como el procesamiento de eventos complejos (CEP^{4A}) pueden ayudar a los pacientes tempranos con demencia temprana a superar barreras en sus actividades diarias.

4.4.1 - Paincheck

Es una aplicación de software compatible con dispositivos inteligentes Android e iOS. Paincheck utiliza tecnología de reconocimiento facial automatizada en tiempo real para identificar hasta nueve microexpresiones faciales, conocidas como unidades de acción

^{4A} “El procesamiento de eventos complejos (CEP, Complex Event Processing), está ganando aceptación en los entornos distribuidos de tiempo real, al lograr de una forma rápida y eficiente el correlacionar e inferir conclusiones sobre los distintos eventos que ocurren en tiempo real. Es una tecnología adecuada para aplicar a IoT, ya que podría alertar de situaciones de riesgo en el ámbito sanitario o realizar monitorización de sistemas, entre otras aplicaciones. Una de las características más relevante de este tipo de programas, es la capacidad de expresar patrones de sucesos sobre los eventos, mediante la definición de reglas” (Mohamedali & Matorian, 2016)³⁵.

(AU), dichas UA faciales son indicadores validados de la presencia de dolor. Estos datos se combinan con otras señales de dolor no faciales (conocidas como comunicativas y comportamientos protectores del dolor) como vocalizaciones, movimientos y comportamientos del usuario para calcular automáticamente un dolor puntaje de gravedad. Paincheck puede ser usada tanto por los profesionales sanitarios como por los cuidadores, está enfocada a cuando comienza a existir un deterioro de la comunicación verbal (Atee, Hoti y Hughes, 2018)³⁴.

4.5.-Proyectos IoT

A continuación, vamos a describir los proyectos más relevantes que se encuentran en la literatura en relación a este TFM.

4.5.1.– Technology Integrated Health Management (TIHM)

El objetivo clave de la Tecnología Integrada Gestión de la Salud (TIHM) para la demencia es proporcionar un sistema que mejore tanto la intervención temprana como la calidad de vida de personas con demencia y sus cuidadores, busca desarrollar una vida innovadora en entornos que los empoderen para disfrutar de una mejor salud y calidad de vida, con menor dependencia del cuidado institucional.

TIHM para la demencia es parte de los bancos de pruebas del National Health Service (NHS), es el primer programa de trabajo en el Reino Unido, o internacionalmente, que ha desarrollado e instalado un sistema basado en IoT para apoyar y dar soporte por parte de la administración pública a personas que padecían demencia. Según Enshaeifar et al. (2018)²⁰-Se ha demostrado que tiene el potencial de proporcionar al NHS un nuevo tipo de intervención digital y basada en datos para apoyar a las personas con salud compleja y a largo plazo. También podría transformar la atención anticipada proporcionando a los médicos información actualizada indicando cuándo y dónde se necesita más apoyo. Proporcionando apoyo puntual y específico, es posible que las personas con demencia permanezcan en su propias casas durante más tiempo y con una mayor calidad de vida. TIHM utiliza una combinación de sensores ambientales pasivos, dispositivos médicos, tecnologías portátiles y aplicaciones interactivas para recopilar datos en tiempo real que contengan información sobre el medio ambiente, condiciones, parámetros fisiológicos de los pacientes y su estilo de vida diario (Enshaeifar et al., 2018)³⁶.

El proyecto se está llevando a cabo con 700 pacientes aproximadamente, con demencia leve a moderada, donde la mitad de ellos son considerado como un grupo de control y la otra mitad recibirán todas las tecnologías. Esto incluye aproximadamente 25 sensores / aplicaciones por hogar, donde algunos de ellos proporcionan mediciones de flujo; llevando a la generación de un gran volumen de datos.

Arquitectura del estudio TIMH:

- Miembro de la familia/cuidador y cuidador de la salud profesional.
- Portal de vigilancia, encargado de dar la señal de alarma a familia/profesional a través de los datos que le llegan de IoT que previamente los ha recibido de los dispositivos de entrada.
- IoT.
- Entradas: Teléfono inteligente, temperatura, sensores, presión sanguínea, peso e hidratación.

El informe de evaluación también destacó la importancia del desarrollo de algoritmos durante el estudio para detectar infección del tránsito urinario (ITU) y agitación, irritabilidad y ansiedad. Las infecciones urinarias están entre las cinco primeras causas de ingreso hospitalario entre las personas con demencia temprana. Un análisis de las 11.487 alertas en el período comprendido entre julio 2017 y marzo de 2018 encontraron que las alertas más comunes eran las siguientes:

- Presión arterial, 2483.
- Sat O2, 1894.
- Agitación, 1769.
- Pulso alterado, 1669.

Durante el seguimiento el equipo respondió a las alertas conectando con la persona con demencia y sus cuidadores. La mayoría de las alertas fueron solventadas a través de una simple llamada telefónica. Un algoritmo para detectar infección urinaria fue diseñado hacia el final del estudio y asociado con 124 alertas. También se desarrolló un algoritmo predictivo para detectar etapas tempranas de agitación.

Una evaluación temprana de los síntomas de ITU no solo brinda la oportunidad de intervenir temprano para permitir el tratamiento adecuado, también se puede utilizar para identificar la causa probable de otros problemas en desarrollo, como confusión,

agitación o cambios de comportamiento. Dado que estos síntomas suelen ser comunes en personas con demencia, la causa de la posible enfermedad subyacente en ocasiones se pasa por alto y esto da como resultado un diagnóstico y tratamiento tardío de la infección urinaria, de ahí la importancia de desarrollar un algoritmo que permita actuar lo antes posible. Una ITU solo se puede diagnosticar una vez que el paciente se ha realizado la prueba clínica.

Los datos recopilados en el proyecto TIHM provienen de diferentes tecnologías (como las ambientales y médicas, sensores, tecnologías portátiles y aplicaciones interactivas) procedentes de múltiples proveedores, lo que significa que los datos pueden tener diferentes formatos (por ejemplo, CSV, XML o JSON). Por lo tanto, es importante definir un modelo de datos común para proporcionar la interoperabilidad y permitir la integración de datos multimodales. Para este fin, se ha adaptado Health Level-7 (HL7) que se refiere a un conjunto de normas internacionales para la transferencia de datos clínicos y administrativos entre aplicaciones de software utilizado por varios proveedores de atención médica. HL7 especifica un número de estándares flexibles, pautas y metodologías por las cuales varios sistemas de salud pueden comunicarse entre sí. En particular, los recursos de interoperabilidad sanitaria rápida (FHIR) es un nuevo estándar derivado de HL7 diseñado para ser más fácil de implementar, más abierto y más extensible (Enshaeifar et al., 2018)³⁶. Tener una gama tan amplia de datos proporcionados presenta un desafío para acceder, procesar, integrar e interpretar de los datos. Los datos recopilados en el proyecto TIHM se integran y procesan utilizando varios análisis de datos (se realizan análisis a corto y largo plazo, para extraer patrones de actividad de nivel superior que luego se utilizan para detectar cualquier cambio en las rutinas de los pacientes) (Enshaeifar et al., 2018)³⁷ y algoritmos de aprendizaje automático para generar notificaciones personalizadas basadas en las necesidades de los pacientes, alineadas a los parámetros establecidos por los médicos. Esta información es supervisada por un grupo de profesionales de la salud que toman las decisiones apropiadas siguiendo un guía clínica teniendo en cuenta los datos recopilados y la información procesable. Esto facilita un sistema de monitoreo automatizado que ayuda a los profesionales de la salud a usar la información recopilada para realizar el juicio clínico, brindar un apoyo más efectivo y garantizar que se pueda implementar el nivel adecuado de soporte lo antes posible para evitar crisis crecientes (Newcombe et al., 2017)¹¹.

Los datos ambientales se registraron continuamente a través de los sensores instalados en las casas de las personas con demencia que participaron en el estudio. Los sensores ambientales consistían en 2 infrarrojos pasivos (PIR), sensores (instalados en el pasillo y sala de estar), 4 sensores de movimiento (uno en la cocina, uno en el cajón / pastillero y dos en las puertas del dormitorio y baño), 2 sensores de presión (en la cama y la silla), 1 sensor de puerta de entrada principal y 1 dispositivo de monitorización del consumo de energía. Los participantes registraron los datos fisiológicos dos veces al día utilizando los dispositivos médicos con Bluetooth. Los datos fisiológicos incluyen presión arterial, lecturas de frecuencia cardíaca, temperatura corporal, peso e hidratación. Dado que los datos producidos se crean a partir de datos obtenidos de hogares de pacientes, la privacidad, seguridad, propiedad, duración, almacenamiento y los tipos de uso de los datos son preocupaciones clave en el proyecto (Enshaeifar et al., 2018)³⁶.

Para crear el algoritmo de detección de ITU se analizan las rutinas diarias y patrones de sueño nocturno de personas con demencia, a partir de dos aspectos, la duración y la calidad del sueño, es decir, duración de la inquietud y la deambulación, utilizando los datos sensoriales en el hogar ya comentados en el párrafo anterior.

Rostill (2019)³⁸ en su estudio descubrió que en las personas con demencia, gracias a la tecnología aplicada, se redujeron síntomas neuropsiquiátricos, como depresión, agitación, ansiedad e irritabilidad. Dado el vínculo entre el comportamiento y los síntomas psicológicos de la demencia, este hallazgo es importante. Una reducción de estos síntomas podría aliviar la carga sobre cuidadores y familiares y ayudarlos a continuar con su cuidado en el hogar en lugar de institucionalizarlo.

Atee, et al.(2018)³⁴ enumera los objetivos que se han logrado:

- Desarrollar algoritmos de razonamiento basados en reglas para mediciones y proporcionar aprendizaje adaptativo para hacerlos más personalizados. Esto se utilizó para generar notificaciones para el equipo de monitoreo, la notificación consiste en una alerta, dicha alerta se mantiene hasta que el equipo de monitorización toma las acciones oportunas en base al tipo y gravedad de alerta.
- Monitorizar el nivel de batería y el estado de conectividad de los sensores implementados para la generación de las alertas.

- Detectar la rutina diaria utilizando los datos integrados y registrados desde sensores ambientales pasivos y las tecnologías disponibles. Esto es particularmente importante para generar alertas clínicas complejas, como movimientos excesivos respecto a su patrón normal.
- Desarrollar modelos predictivos utilizando una combinación de fuentes, por ejemplo entre sensores ambientales y personal sanitario. Por ejemplo, podríamos informar al equipo clínico sobre una posible infección del tracto urinario (ITU) mediante el monitoreo de temperatura corporal y la cantidad de veces que utiliza el paciente el cuarto de baño.
- Contactar con el usuario o el cuidador en los estados de emergencia, como caídas e incidencias informadas por el detector de caídas y rastreador GPS.
- Proporcionar manuales de instrucciones de audio fáciles de seguir y recordatorios.
- Monitorear el estado de ánimo diario (específicamente el nivel de ansiedad utilizando los cuestionarios subjetivos diseñados para el proyecto TIHM).

4.5.2.- Sistema de vigilancia autónoma desatendida (UAS)

Desarrollado por TNO Defence, Safety and Security, en Holanda. tiene como objetivo apoyar el envejecimiento en el lugar y retrasar la institucionalización. El sistema UAS se basa en ZigBee , tiene un bajo coste pero relativamente largo alcance inalámbrico. El sistema UAS ofrece una amplia gama de funcionalidades, que incluye monitoreo de movilidad, voz y respuesta, detección de incendios, así como detección y prevención de deambulación. Distintos dispositivos que pueden ser instalados:

Monitoreo de la movilidad: los sensores de movimiento monitorean continuamente el paradero de la persona dentro de la vivienda. El sistema de registro de personas determina la habitación en la que se encuentra la persona. El sistema envía un aviso cuando la persona está inactiva cuando debería estar activa, la duración de la inactividad depende del espacio. Por ejemplo, esta duración es más corta para el pasillo que para la sala de estar. En casos de emergencia, se envía un mensaje que contiene información sobre el estado de la situación, la alarma se envía al teléfono móvil del cuidador profesional, esta persona puede verificar el estado de la persona a través de dos cámaras ubicadas en la vivienda.

Respuesta de voz en caso de alarma: el sistema contacta primero a los clientes por teléfono para minimizar el número de falsas alarmas. Esta funcionalidad también puede ser omitida en personas que han perdido la capacidad de hablar. Esta funcionalidad de envía mensajes hablados a todos los teléfonos en la casa de un cliente, antes de enviar una alarma al centro de atención. Si la situación resulta ser una falsa alarma, la persona puede anular la alarma presionando un botón. Si el botón no se pulsa, se envía nuevamente una alarma a través de SMS a un profesional de la salud.

Detección de fuego: en cada hogar, se han instalado uno o dos detectores de humo. Cuando uno de los detectores se activa, el sistema UAS activa automáticamente una alarma.

Deambulaci3n: para casos de personas con demencia el sistema UAS ofrece una funcionalidad para la detecci3n de deambulaci3n. Esta funcionalidad detecta cuando una persona sale de su vivienda de manera no deseada. Los contactos magnéticos se conectan a los marcos de las puertas delanteras y traseras. Cuando los contactos detectan alg3n cambio envían una seál al sistema UAS de que las puertas han sido manipuladas, los sensores de movimiento dentro de la vivienda verifican la presencia de la persona. Cada vez que la persona sale de su vivienda, se realiza una llamada telefónica. El teléfono est3 situado cerca de las puertas de salida, para que la persona pueda escucharlo. Cuando la persona se da la vuelta para contestar esta llamada telefónica, recibe una advertencia oral. En caso de que la persona abandone el hogar, se envía un aviso al centro de atenci3n, al profesional de atenci3n o a un cuidador. La detecci3n de deambulaci3n se puede activar solo durante la noche o se puede programar para que notifique cuando se produce un retraso ante un evento programado, por ejemplo, las alarmas se activarían solo media hora después de un evento si la persona no ha regresado.

El sistema UAS consta de más de diez sensores inalámbricos colocados en varias partes de la casa (sal3n, dormitorio, cocina) junto con una caja negra que contiene componentes de hardware ubicados en el sal3n de estar o en un armario.

Esto les permite no tener que usar o transportar ning3n dispositivo. Este sistema se basa en el protocolo TCP / IP y XML⁵, y est3 conectado a trav3s de Internet a un centro de

⁵ XML: lenguaje etiquetado para intercambiar datos entre aplicaciones.

llamadas, que puede ser una sala de emergencias externas, un centro de gestión local o al teléfono móvil de los cuidadores profesionales.

El software desarrollado analiza la información que se recopila de los sensores de la vivienda y lo compila para obtener una imagen completa de los eventos.

El sistema UAS analiza e interpreta la situación real en el hogar de forma continua y saca conclusiones de los datos recopilados. Esto hace que el sistema UAS sea un sistema de alarma inteligente, que puede verificar si hay situaciones de emergencia (Van Hoof, 2010)²¹.

4.5.3.-Computerised Help Information and Interaction Project (CHIIP)

Se trata de un proyecto informatizado de ayuda e interacción para personas con pérdida de memoria y demencia leve.

Este proyecto se basa en el concepto de IoT mediante el cual se utilizan objetos y personas con identificadores únicos que permiten la transferencia automática de los datos y la comunicación sin la necesidad de intervención humana. El punto de partida fue la identificación por radiofrecuencia (RFID), fue visto como el requisito previo a la tecnología de IoT, con la visión de que si todos los objetos y las personas llevasen identificadores se transformaría su vida cotidiana y la forma en que realizarían las actividades de la vida diaria. Posteriormente, la lista de tecnologías para el funcionamiento de IoT se ha ampliado con códigos de barras, códigos QR y marcas de agua digitales, todos códigos para lograr el etiquetado e identificación de los artículos. La tecnología NFC (Near Field Communication), es una mejora del concepto RFID, que consiste en etiquetas pequeñas con un chip dentro de ellas, que pueden contener pequeñas cantidades de datos. Con estas etiquetas pueden las acciones se ejecutan cuando existe interacción con un dispositivo NFC habilitado, como un dispositivo inteligente (cada vez más teléfonos inteligentes y tablets incluyen dicha funcionalidad) o un lector NFC. Esta tecnología actualmente se está utilizando en distintos campos como sistemas de pago sin contacto y como control de asistencia en puestos de trabajo. Con tecnologías como las etiquetas NFC, cada vez más asequibles, una gran proporción de los teléfonos inteligentes y otros dispositivos que son compatibles con estas

tecnologías, tiene sentido comenzar a usarlos para automatizar tareas o ayudar a las personas con lo que necesitan en su día a día.

El proyecto CHIIP ha creado un marco que utiliza teléfonos móviles y tecnologías de sensores para ayudar a las personas a realizar tareas que sean relevantes o específicas para ellos de manera eficiente y rápida, y al hacerlo, ayuda a gestionar o recordar cómo hacer las cosas si su memoria comienza a deteriorarse a por la pérdida de memoria relacionada con la edad o el inicio de la demencia.

A medida que las tecnologías móviles y de sensores maduran y convergen para convertirse en IoT, y a medida que la gente se acostumbra a usar teléfonos inteligentes, parece adecuado usarlos para crear una aplicación que pueda recordar a las personas las tareas que han de llevar a cabo. Por ese motivo se ha creado la aplicación móvil CHIIP, que funciona en conjunto con pequeños sensores económicos y de baja potencia que se pueden colocar alrededor de un hogar y el entorno de la persona para proporcionar un asistente ubicuo y personalizado para la vida cotidiana para las personas a medida que envejecen.

CHIIP consiste en una aplicación Android y etiquetas NFC que puede ser configurado y personalizado fácilmente por una persona, su cuidador o un profesional de la salud para que establecer una variedad de recordatorios y tareas de apoyo que sean relevantes para las preferencias de un individuo y sus ocupaciones. Por ejemplo, puede recordar a una persona para tomar su medicamento, permitirle enviar mensajes de emergencia, o darles instrucciones de cómo hacer una comida sencilla. Incluso se podría colocar una etiqueta en la casa de amigos, u otros lugares a los que acudan con asiduidad, con la finalidad de decirle a los miembros de la familia y/o cuidadores que han llegado bien al lugar de destino.

El proyecto CHIIP aborda algunos de los factores estresores y problemas relacionados con la pérdida de memoria relacionada con la edad o demencia al proporcionar la capacidad de configurar de manera personalizada recordatorios y acciones basadas en las necesidades de una persona y estilo de vida. Estos pueden incluir, por ejemplo, recordatorios sobre la toma de la medicación, el cierre de ventanas, el grifo cerrado, la verificación de si la plancha está apagada.

La funcionalidad de CHIIP permite a los usuarios configurar rápidamente etiquetas para completar acciones, además permite que se use una sola etiqueta por distintos usuarios. Esto es particularmente útil en un escenario de inicio donde se podría colocar una etiqueta en cada estancia de una casa. Lo permite a usuarios dentro de una familia, utilizar una sola etiqueta para fines distintos. También se podría aplicar en una residencia de ancianos para ayudarles a recordar distintas pautas.

El sistema CHIIP consta de tres componentes clave:

- Teléfono inteligente.
- Etiquetas NFC.
- Software/aplicación que se descarga al teléfono inteligente que actúa como un mediador para la interacción y las respuestas.

Las etiquetas se pueden colocar en diferentes lugares tanto dentro como fuera de la casa y en artículos personales como llaveros. Estas etiquetas pueden tener un nombre de referencia para posteriormente asignar tareas en la aplicación del teléfono inteligente. El usuario interactúa con las etiquetas colocando su teléfono inteligente cerca de ellos. Ejemplos de interacciones pueden ser:

- Etiqueta de emergencia de llavero / pulsera NFC: Enviar mensaje de emergencia de ubicación a un cuidador, llamar a los servicios de emergencias.
- Etiqueta adhesiva NFC colocada cerca de la puerta principal: Registro de voz para recordar una tarea cuando salir / entrar a la casa. Voz grabada para la reproducción de un mensaje recordatorio.

Además de establecer acciones para las etiquetas, la aplicación permite configurar dos tipos de recordatorios de voz, uno utilizando una biblioteca de voz incorporada y la otra usando archivos de sonido grabados por el cuidador, lo cual es particularmente útil para ayudar al reconocimiento del paciente. Un cuidador podría escribir / grabar etiquetas para recordar a una persona a tomar su medicamento.

Los beneficios clave de CHIIP son:

- Es económico, especialmente si una persona ya posee un teléfono inteligente.

- La aplicación se puede descargar e instalar en poco tiempo y se puede configurar para su utilización cuestión de minutos por cualquier persona con un pequeño conocimiento de cómo usar un teléfono inteligente.
- Solo requiere que el usuario mantenga el teléfono cerca de una etiqueta para que se le recuerde algo o para realizar una acción.

Por tanto a medida que las poblaciones envejecen, el número de personas que experimentan disminución de la memoria relacionada con la edad y la demencia aumenta, lo que requiere un mayor cuidado y apoyo, especialmente si las personas deben o quieren seguir viviendo en sus propios hogares durante todo el tiempo que sea posible. Aunque la tecnología nunca puede ser completamente sustituta del contacto humano, puede ayudar y apoyar a estas personas a vivir de formas más seguras e independientes y dar mayor tranquilidad a sus cuidadores (Jawaid & McCrindle, 2016)².

4.5.4.- Asistente de hogar inteligente para la vida asistida en personas con demencia

Este proyecto consiste en un sistema prototipo diseñado para detectar y registrar las actividades de una persona mayor con demencia que se encuentra viviendo sola en su casa. La finalidad es identificar actividades y sus consecuencias lógicas, de tal manera que las acciones hechas a medio camino u olvidadas (situaciones como el olvido del grifo abierto, la puerta del horno abierta, las puertas y las ventanas abiertas, etc.) se recuerdan tanto al paciente como a su cuidador o personal sanitario. Estas situaciones también se envían como notificaciones de fotos a través de la aplicación Pushbullet, que se ejecuta en Android. Situaciones como el riesgo de incendio que son de vital importancia para el paciente es posible detectarlas en tiempo real. Sin embargo, no es tan fácil como parece determinar de manera exacta la actividad que alguien está realizando realmente en su hogar. En un futuro trabajo se investigarán métodos de apoyo como "Machine Learning" que pueden ser de inestimable ayuda para mejorar y garantizar la precisión de la detección de actividad. Con tales métodos, los datos del sensor de la casa se registran en un ordenador, se crean conjuntos de datos, y luego el comportamiento y las acciones rutinarias del paciente en el hogar se vuelcan al sistema. Por ejemplo, cuando se echa agua al W.C. con frecuencia o cuando realiza salidas frecuentes nos está indicando un patrón anormal por lo que la persona puede tener otras

enfermedades. Creemos que con un sistema de vida cotidiana asistida por el entorno respaldado por un aprendizaje automático el enfoque para dicho diagnóstico y tratamiento de tales enfermedades adicionales será más eficiente, exitoso y realista (Demir, Köseoğlu, Sokullu y Şeker, 2017)³⁹.

Un sistema de vida cotidiana asistida por el entorno (AAL) es el resultante de la aplicación del paradigma de la inteligencia ambiental^{6A} al propósito de alargar la vida de manera autónoma en la gente mayor. Dicha utilización de las TIC consigue una mejora en la calidad de vida de las personas; así como una disminución del gasto sanitario y social, así como otra oportunidad de negocio para las distintas empresas.

La premisa de tales aplicaciones es el monitoreo continuo en tiempo real del entorno y el comportamiento de los ocupantes gracias a la utilización de un dispositivo inteligente, proporcionando así una instalación para el monitoreo y la evaluación, y activando la asistencia cuando sea necesario.

El reto consiste en ejecutar los algoritmos en procesadores pequeños y de bajo consumo, además de aprender con pocos datos. La tecnología clave a utilizar es el deep learning algorithms, basado en la simulación de redes neuronales artificiales para poder encontrar relaciones y patrones complejos a través de los datos (Al-Shaqi et al., 2016)²³.

Las tecnologías actuales del hogar de vida cotidiana asistida por el entorno podrían clasificarse en tres categorías:

1. Actividades diarias y conexión social: las que facilitan las actividades sociales, redes sociales.
2. Mejora de la seguridad: aquellos dirigidos a la detección de caídas, emergencias y manejo de la medicación.
3. Monitoreo de la salud: dirigidas al manejo de enfermedades crónicas como la demencia. Incluye teleasistencia activa permitiendo la interacción remota con el paciente y recoge continuamente los registros de salud (Demir et al., 2017)³⁹.

^{6A} La inteligencia ambiental está relacionada con Internet de las Cosas, se basa en colocar diversos dispositivos en el entorno que permiten capturar información para actuar en el ambiente de manera inteligente y automática. No necesariamente implica la interacción de la persona mayor con la tecnología. En la mayoría de los casos, la tecnología es transparente.

4.5.5- Sistema de detección temprana de demencia utilizando la plataforma M2M / IoT.

La detección temprana de la demencia es muy beneficiosa para el paciente. La mayoría de los síntomas de demencia pueden ser detectados por los compañeros de casa, notando algunos cambios de comportamiento en las personas. Sin embargo, es difícil detectar síntomas tempranos de demencia en personas que viven solas. Ishii, Kimino, Aljehani, Ohe y Inoue (2016)⁴⁰ propusieron un sistema que detecta los síntomas de las personas mayores que viven solas utilizando la plataforma M2M (máquina a máquina) / IoT^{7A}. Se instalaron sensores dentro de casas de personas mayores que viven solas. Estos sensores pueden detectar la variación del comportamiento por síntomas iniciales de la demencia. Además, los datos proporcionados por los sensores se utilizarán como datos de comportamiento de los pacientes con demencia. Se realizó un cuestionario sobre sus hábitos y personalidades. Los resultados de estos cuestionarios se utilizaron como datos de atributos de los sujetos. El sistema analiza los dos datos obtenidos y luego determina la presencia o ausencia de demencia.

4.5.6.- Sistema de terapia cognitiva asistida por computadora en la demencia

Consiste en un sistema adaptativo para la terapia de estimulación cognitiva que analiza la capacidad de las personas con demencia durante sus interacciones con actividades informáticas para generar terapias de estimulación personalizadas según el nivel de deterioro cognitivo.

El objetivo es reducir la carga sobre los trabajadores y los terapeutas que realizan la supervisión de las tareas. El monitoreo, la evaluación y adaptación de los planes de terapia se realizan gracias a un sistema inteligente, permitiendo que las terapias se realicen en casa a través de una aplicación informática de salud. Estos desarrollos se integraron en un software existente llamado Mente Activa (CACT) para el tratamiento de adultos mayores con deterioro cognitivo. El sistema desarrollado hace uso de un sistema de lógica difusa (FLS) para manejar conceptos cualitativos (por ejemplo, representación de términos abstractos como "fácil", "difícil", "buen rendimiento", etc.),

^{7A} M2M es el germen del internet de las cosas. Antes se comunicaba un dispositivo con otro a través de un protocolo de comunicación específico. Ahora es una red de objetos todos ellos conectados a internet.

que pueden ser utilizados para describir las habilidades y las características de los participantes en sus interacciones con las actividades de estimulación.

Los experimentos se utilizan para evaluar las recomendaciones del plan determinadas por el sistema de lógica difuso en comparación con las de los terapeutas. Las simulaciones del sistema se llevan a cabo con los datos de distintos pacientes y la evaluación de las áreas cognitivas, también se lleva a cabo para demostrar su capacidad para proponer automáticamente un plan inicial de acuerdo con su condición de salud mental y ajustar los planes de terapia generados en función del rendimiento del usuario. Por tanto, proporcionan una intervención efectiva para adultos mayores con demencia para mejorar su funcionamiento cognitivo y su calidad de vida.

El sistema propuesto es capaz de proporcionar un sistema autoadaptativo asistido por ordenador con un enfoque terapéutico que puede reducir la necesidad de los aportes de un terapeuta en términos de evaluación y formulación del plan. También permite conocer las distintas habilidades de los pacientes para evaluar las interacciones y utilizar de manera más efectiva los conocimientos de los terapeutas para proporcionar formulaciones de plan personalizadas en función del grado de afectación de la demencia.

A través de IoT se conectaron los dispositivos para realizar el análisis. El reconocimiento del estado emocional se podría integrar con el monitoreo de la terapia de estimulación para proporcionar un comportamiento más rico y la información cognitiva se puede utilizar como parte de un marco general de m-health (también conocida como salud móvil, hace referencia al uso de tecnología móvil para manejar la salud y el bienestar de las personas) adaptado a las características de personalidad individual del paciente y sus necesidades de cuidado.

Tras un período de uso del sistema se observaron mejoras de rendimiento en las interacciones de los pacientes, debido a los planes de estimulación generados automáticamente. Los niveles de dificultad sugeridos por el sistema responden al rendimiento del paciente.

El sistema CACT presentado puede ayudar a los terapeutas mediante un análisis más preciso del rendimiento y la salud mental de los pacientes a través de una selección

automatizada y consistente de evaluaciones cognitivas que pueden ayudar a reducir significativamente su carga de trabajo (Navarro et al.,2018)⁴¹.

4.5.7.- Sistema de gestión de salud ubicuo con reloj de tipo dispositivo de monitorización para pacientes con demencia.

Se ha desarrollado un sistema de gestión de salud para pacientes con demencia siguiendo el concepto de IoT. El sistema consta de un dispositivo tipo reloj de pulsera y un servidor. El dispositivo incluye un GPS incorporado, un sensor de luz ambiental y un sensor de aceleración y se comunica con el sistema del servidor. El sensor GPS puede monitorear la ubicación actual y la ruta que está siguiendo el paciente, el sensor de luz ambiental mide la cantidad de luz solar expuesta al dispositivo y lo registra, el sensor de aceleración de 3 ejes registra los valores en tiempo real. El servidor puede obtener el número de pasos del paciente a través del algoritmo de detección de pasos.

El movimiento se distingue mediante un algoritmo de reconocimiento de patrones y una forma de extraerlos. Se desarrollan varios movimientos a partir de patrones de movimiento básicos y representados mediante vectores de movimiento, esta función lee el movimiento normal y el anormal, por ejemplo, sentarse, pararse, cayendo, así como el número de pasos.

Según los resultados de los experimentos, los pasos normales tienen un 96% de precisión en la detección y en promedio mostraron un 94% exactitud. El dispositivo de monitoreo se ha diseñado para usarse fácilmente utilizando la forma de un reloj de pulsera, se mantiene en su posición por una abrazadera y se evita que el paciente se lo quite o lo pierda. Por lo tanto, si un paciente demente experimenta síntomas de emergencia o errantes, el problema puede ser detectado en tiempo real y tratado rápidamente (Shin, Shin y Shin, 2014)⁴².

Capítulo 5. – DISCUSIÓN

A continuación vamos a analizar las posibles similitudes y diferencias en los documentos que hemos encontrado.

Existen beneficios al desarrollar asistencia en hogares inteligentes que utilizan IoT para ayudar a las personas con demencia, ya que alargan la permanencia en el hogar y detectan dónde se necesita más apoyo, así lo indica tanto Astell (2019)⁴³ como Rostill (2019)³⁸, Enshaeifar et al., (2019)¹⁹ corrobora que se reducen los ingresos hospitalarios prevenibles en la personas con demencia temprana, también surgen nuevos desafíos.

Newcombe et al.(2017)¹¹, determina que utilizar algunos dispositivos constantemente podría proporcionar incomodidad o rechazo. En cambio, usar un teléfono inteligente podría ayudar a eliminar algunas de estas molestias, mientras se mantiene un monitoreo de su comportamiento, ya que incorporan sensores con giroscopios y acelerómetros. Mohamedali y Matorian (2016)³⁵ afirman que teléfonos inteligentes junto a las redes de sensores inalámbricos portátiles para el área del cuerpo (WBAN^{8A}) han sido reconocidos por su potencial en rehabilitación de personas con demencia temprana y por obtener información sobre acciones como el movimiento y la postura del paciente. Sin embargo, el problema es que la recopilación de datos podría detenerse si la persona con demencia temprana se olvida de llevar el dispositivo o apaga la aplicación de detección, según Newcombe et al.(2017)¹¹. En el hogar de la persona con demencia se podría llevar a cabo la supervisión bajo el monitoreo del comportamiento en entornos no controlados, que permite a los investigadores conocer el comportamiento natural de la persona con demencia temprana, obteniendo nuevas posibilidades de estudiar el estilo de vida, estado físico y la detección del estrés; este tipo de seguimiento genera preocupaciones en cuanto a la privacidad. De todos los elementos ambientales interiores en los hogares de adultos mayores con demencia, la iluminación es la más importante para Van Hoof (2010)²¹ y resulta prometedor en términos de mejorar la salud y la calidad de vida. Los beneficios más conocidos de la iluminación son visuales, es decir, poder ver y prevenir caídas, por lo que se pueden instalar sensores que enciendan

^{8A} “Una WBAN típica está formada conjunto de plataformas compuestas por sensores económicos, ligeros y diminutos. Cada plataforma tiene uno o más sensores fisiológicos (por ejemplo: sensores de movimiento, electrocardiógrafos, y electroencefalogramas. Un ejemplo típico de este tipo de aplicación es la monitorización ambulatoria de la actividad del usuario. Los sensores pueden colocarse en el cuerpo como diminutos parches inteligentes, integrados en la ropa, o ser implantados bajo la piel o los músculos.”

automáticamente las luces (bien por sensor de movimiento bien por detector de ocupación de cama o sillón) cuando se levantan en condiciones de baja luminosidad. La iluminación de alta intensidad, con niveles de iluminancia de más de 1.000 lumens^{9A}, puede desempeñar un papel importante en el manejo de la demencia con la posible mejora de un comportamiento inquieto y agitado, así como ayuda de la regulación del sueño, aumento de la amplitud del ciclo circadiano, de la temperatura corporal y una disminución del deterioro cognitivo.

Debido a la presencia de los invitados, el sensor de la puerta da como resultado lecturas repetitivas que en su mayoría actúan como valores atípicos, el sistema ha de ser capaz de detectar que hay más personas y evitar crear una falsa alarma (Enshaeifar et al., 2019)¹⁹.

Para la transición de la asistencia sanitaria a la asistencia sanitaria inteligente hay que recorrer un largo camino, existen numerosos desafíos y las investigaciones aún están en curso, la privacidad, diferencias entre los estudios piloto y los proyectos reales, la comunicación entre los ingenieros y el personal sanitario, el aumento del gasto a corto y medio plazo, son grandes retos para Chui et al.,(2017)³². En la mayoría de los estudios revisados los investigadores parecen ignorar y asumen que los usuarios aceptan el sistema en la forma en que está diseñado. Con la limitada literatura disponible y encuestas sobre la aceptación del usuario de la monitorización, esta suposición no siempre debe ser considerada, la aceptabilidad depende de la cultura y podrá variar de una sociedad a otra (Ishii et al.,2016)⁴⁰. Según Dziak, Jachimczyk y Kulesza (2017)⁴⁴ el diseño del método es fundamental a la hora de crear las herramientas que pueden ayudar a las personas con demencia temprana, ya que no concibe la creación de dichas herramientas solo desde la perspectiva del diseñador, sino también considerando las necesidades o requisitos de los usuarios potenciales, lo que significa que, aparte de los requisitos técnicos, el diseño del método considera múltiples restricciones, incluyendo la vida útil, el problema de energía, la comodidad de uso e incluso el precio. Para Al-Shaqi et al. (2016)²³ se debe sacar mayor rendimiento a los teléfonos inteligentes a través de aplicaciones que puedan detectar diversos comportamientos de una persona viene con sus beneficios ya que los teléfonos vienen con sensores como giroscopios y

^{9A} Lumen: medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. 1000 lumen $\approx$ 14 W led $\approx$ 110W incandescente.

acelerómetros ya incorporados. También son más económicos que algunos sensores portátiles y, por lo general, cada persona tiene uno en su casa.

La experiencia limitada con iniciativas tecnológicas de teleasistencia ha demostrado que los proyectos piloto no necesariamente conducen a una gran escala de aplicación de la tecnología afirma Al-Shaqi et al.(2016)²³.

Para crear el algoritmo de detección de ITU se analizan de las rutinas diarias y patrones de sueño nocturno de personas con demencia, a partir de dos aspectos la duración y la calidad del sueño, es decir, duración de la inquietud y la deambulacion, utilizando los datos sensoriales en el hogar (Enshaeifar et al., 2018)³⁰, mientras que en el estudio "Welfare Techno House" se busca el mismo resultado a través del electrocardiógrafo, el peso corporal y volumen urinario usando sensores colocados en el baño (Enshaeifar et al. 2019)¹⁹. Se puede conseguir el mismo resultado utilizando distintas alternativas.

Los datos médicos contienen información significativa para el modelado y análisis, que finalmente puede mejorar la práctica médica y la investigación. La privacidad debe estar protegida contra el mal uso y la violación para que los pacientes y las instituciones médicas acuerden divulgar y compartir los datos. El aumento en la disponibilidad de datos mejorará la calidad de la asistencia sanitaria. Un informe ha declarado que alrededor del 60% de los pacientes se piensa de que un mayor uso de la historia clínica electrónica conducirá a más robos o pérdida de información personal. Aproximadamente la mitad de los pacientes piensan que la privacidad de los datos médicos no están suficientemente protegidos en opinión de Chui et al.,(2017)³². Idealmente, los datos médicos deberían ser accesibles para las partes autorizadas o las instituciones públicas solo si la seguridad y la privacidad quedan totalmente garantizadas. Más importante aún, los investigadores necesitan los datos médicos para llevar a cabo el análisis de datos, análisis estadístico y aplicaciones de aprendizaje automático. Los métodos comunes de preservación de la privacidad incluyen el control de divulgación, perturbación de salida y anonimización, sin embargo Chui et al.,(2017)³² piensa que se debe prestar mayor atención a los problemas de privacidad y ciberseguridad al igual que Van Hoof (2010)²¹ y Al-Shaqi et al.(2016)²³.

Para Mittelstadt (2017)¹⁸ debe crearse un equilibrio entre el usuario, el desarrollador y los intereses de salud pública. El desarrollo de principios para el diseño ético de H-IoT dependerá en gran medida del potencial cruce entre los dispositivos de del usuario, los

dispositivos clínicos y los conjuntos de datos. El valor potencial de los conjuntos de datos es relevante tanto para la investigación médica como para un análisis del usuario como consumidor de unos determinados recursos y dispositivos. Este cruce puede ocurrir en la práctica para permitir el intercambio de datos entre personal sanitario, investigadores, gobiernos, e incluso las empresas.

Con respecto a los sistemas de alarma Van Hoof (2010)²¹ opina que se debe elegir el sistema menos intrusivo y gravoso, dichos sistemas pueden conducir a un comportamiento agitado. Luces que se encienden aparentemente solas, movimiento espontáneo y automatizado de cortinas, sistemas de ventilación ruidosos, todos ellos pueden causar angustia.

A pesar de que los muebles inteligentes se están consolidando como soluciones viables para el cuidado de los adultos mayores, hay pocos productos que se puedan adquirir como tales en el mercado. La única excepción son los colchones inteligentes. Sin embargo, si se ha observado que hay accesorios para hacer de los muebles normales muebles inteligentes, gracias a los distintos sensores que pueden ser adaptados. Algunas soluciones de mercado más recientes (por ejemplo, Asistae de Fama) están comenzando a utilizar un enfoque de IoT mucho más flexible, donde el sensor está conectado a través de comunicaciones inalámbricas de largo alcance (como 3G) a un servidor en la nube que analiza los datos, y una aplicación permite el acceso y control de los datos del sensor.

Capítulo 6. – CONCLUSIONES

La mayoría de personas con demencia temprana prefieren permanecer en sus propios hogares durante el mayor tiempo posible. IoT proporcionará la tecnología para el cuidado de la demencia en el hogar, con una monitorización precisa y un análisis profundo de la demencia relacionada comportamiento en el hogar de la persona: pérdida gradual de memoria, dificultad para realizar las distintas actividades, cambios en el estado de ánimo y desorientación.

Un sistema que ayude a realizar una pronta intervención con la ayuda de IoT podría reducir el número de ingresos hospitalarios imprevistos en personas con la demencia temprana. Estos avances puede mejorar la calidad de vida de la persona con demencia temprana, además de controlar el progreso de la enfermedad a través del análisis del comportamiento y ofrecer una terapia personalizada para ralentizar el avance de la enfermedad.

La investigación, innovación y desarrollo aumentará si los gobierno prestan apoyo financiero a largo plazo. El lapso de tiempo entre la investigación básica y la implementación real puede ser grande. El coste de los dispositivos es otra barrera para la investigación e implantación efectiva. La reducción de los costes de los dispositivos a medida que se van produciendo a mayor escala junto a la que la mejora técnica de los mismos ayudará a fomentar la investigación, implantación y difusión de H-IoT para las personas con demencia temprana.

Tanto los ingenieros como el personal sanitario deben dar un paso adelante para determinar cuál es el mejor método de colaboración, el objetivo final es mejorar la calidad de vida.

En la mayoría de estudios el enfoque se centra principalmente en el monitoreo de actividades para la evaluar de los riesgos inmediatos, mientras que con el estudio de dichos datos a largo plazo se podría lograr un construir un gran sistema de prevención teniendo en cuenta el comportamiento de las personas con demencia temprana.

Uno de los principales problemas hoy en día es que no existe la unificación de dispositivos y protocolos de IoT. Si alguien quiere construir un gran sistema de IoT para AAL y un envejecimiento saludable a una persona con demencia temprana, necesitará

sensores creados por el mismo fabricante o necesitará componentes adicionales que puedan traducir los datos entre los sensores.

Solo habría que recopilar los datos esenciales para el logro de los objetivos específicos establecidos para respetar la privacidad.

Capítulo 7 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- McEwen, A., & Cassimally, H. (2014). Internet de las cosas: la tecnología revolucionaria que todo lo conecta. Madrid:Editorial Anaya.
- 2- Jawaid, B. S., & McCrindle, R. J. (2016). Computerised help information and interaction project for people with memory loss and mild dementia. Journal of Pain Manage, 269-272. Recuperado de:
<http://web.b.ebscohost.com/ujaen.debiblio.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=8015d582-c181-4cdf-857f-56f9dab1ccb2%40sessionmgr102&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=118800358&db=ccm>
- 3- Demential Care Central. (s.f.). Las fases de la demencia. Recuperado 15 octubre, 2019, de <https://www.dementiacarecentral.com/caregiverinfo/las-fases-de-la-demencia/>
- 4- STIMULUS. (2019, 18 septiembre). Mini Examen Cognoscitivo de Lobo (MEC) [Publicación en un blog]. Recuperado 20 octubre, 2019, de <https://stimuluspro.com/blog/mini-examen-cognoscitivo-de-lobo>
- 5- Observatorio Estatal de la Discapacidad, Quezada, M. Y., & Huete, A. (2016). Estudio sobre Promoción de la Autonomía Personal en Discapacidad en Extremadura. Recuperado de <https://www.observatoriodeladiscapacidad.info/wp-content/uploads/2017/07/Informe-Autonom-PCD-Extrem-v3.4.pdf>
- 6- +QCuidar. (s.f.). La dependencia personal, ¿qué es? Recuperado 12 octubre, 2019, de <https://masquecuidar.com/consejos/la-dependencia-personal-que-es>
- 7-Junta de Andalucía. (s.f.). Agencia de Servicios Sociales y Dependencia de Andalucía. Recuperado 27 octubre, 2019, de https://www.juntadeandalucia.es/agenciadeserviciosocialesydependenciaes/programas/atendep_faq/atendep_faq_info/wfprogramitem_view_pub
- 8- Normas APA. (2013, 12 diciembre). Normas APA. Recuperado 26 octubre, 2019, de <https://normasapa.com/>
- 9- DOMODESK S.L. (s.f.). A FONDO: ¿Qué es IoT (el Internet de las Cosas)? Recuperado 14 octubre, 2019, de <https://www.domodesk.com/221-a-fondo-que-es-iot-el-internet-de-las-cosas.html>
- 10- Caridad, D. (2019). Tecnología 5G, todo lo que necesita saber para entenderla. Recuperado 14 octubre, 2019, de <https://revistadelogistica.com/tecnologia/tecnologia-5g/>
- 11- Newcombe, L., Yang, P., Carter, C., & Hanneghan, M. (2017, Junio). Internet of Things Enabled Technologies for Behaviour Analytics in Elderly Person Care: A Survey. In 2017 IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical

and Social Computing (CPSCoM) and IEEE Smart Data (SmartData) (pp. 863-870).

IEEE. Recuperado de:

https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=29&cacheurlFromRihtClick=no

12- Goldman, D. (2018, 31 enero). ¿Qué es la tecnología 5G? Todo lo que necesitas saber. Recuperado 17 octubre, 2019, de <https://cnnespanol.cnn.com/2018/01/31/5g-que-es-como-functiona-que-cambia/>

13- Marker, G. (2018, 13 febrero). ¿Qué es IPv6? Diferencias entre IPv4 e IPv6 - Tecnología + Informática. Recuperado 15 octubre, 2019, de <https://tecnologia-informatica.com/que-es-ipv6-diferencias-entre-ipv4-e-ipv6/>

14- Valois, M. A. (2019, 12 agosto). Qué es internet de las cosas y cómo funciona. Recuperado 17 octubre, 2019, de <https://www.hostgator.mx/blog/internet-de-las-cosas/>

15- Villa, C. (2016, 21 octubre). Identificación por radiofrecuencia (RFID). Recuperado 18 octubre, 2019, de <https://es.ccm.net/contents/619-identificacion-por-radiofrecuencia-rfid>

16- Arpajian, S. (2019, 23 enero). Los beneficios reales del IoT para empresas y clientes. Recuperado 18 octubre, 2019, de: https://retina.elpais.com/retina/2019/01/22/innovacion/1548172317_503718.html

17- Unión Europea. (s.f.). EUR-Lex - 32016R0679 - EN - EUR-Lex. Recuperado 20 octubre, 2019, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32016R0679>

18- Mittelstadt, B. (2017). Designing the health-related internet of things: ethical principles and guidelines. Information, 8(3), 77. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=27&cacheurlFromRihtClick=no

19- Enshaeifar, S., Zoha, A., Skillman, S., Markides, A., Acton, S. T., Elsaleh, T., ... & Barnaghi, P. (2019). Machine learning methods for detecting urinary tract infection and analysing daily living activities in people with dementia. PloS one, 14(1), e0209909. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85060048748&origin=resultslist&zone=contextBox>

20- Enshaeifar, S., Zoha, A., Markides, A., Skillman, S., Acton, S. T., Elsaleh, T., ... & Rostill, H. (2018). Health management and pattern analysis of daily living activities of people with dementia using in-home sensors and machine learning techniques. PloS one, 13(5), e0195605. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85046891445&origin=resultslist&zone=contextBox>

- 21- Hoof, van, J. (2010). Envejecimiento en el lugar: el diseño integrado de instalaciones de vivienda para personas con demencia Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven DOI: 10.6100 / IR685914
- 22- Johansen, B., Petersen, M., Korzepa, M., Larsen, J., Pontoppidan, N., & Larsen, J. (2018). Personalizing the fitting of hearing aids by learning contextual preferences from internet of things data. *Computers*, 7(1), 1. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85051480193&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 23- Martin, M. (2005, octubre). Consenso Español sobre Demencias. Recuperado 20 octubre, 2019, de <http://www.sepsiq.org/file/Publicaciones/Consenso%20espa%C3%B1ol%20sobre%20demencias.pdf>
- 24- Bermejo, F., Benito, J., Vega, S., Medrano, M. J., & Roman, G. (2008). Incidence and subtypes of dementia in three elderly populations of central Spain.. Recuperado 21 octubre, 2019, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17727890>
- 25- Naciones Unidas. (2012). Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento. Recuperado 22 octubre, 2019, de https://www.un.org/es/events/pastevents/ageing_assembly2/
- 26- Somos Sanitarios. (2019, 31 marzo). ¿Qué son las Actividades de la Vida Diaria o AVD en Terapia. Recuperado 25 octubre, 2019, de <https://somossanitarios.com/actividades-la-vida-diaria/>
- 27- Vithas. (2019, 4 noviembre). Actividades Avanzadas de la Vida Diaria (AAVD). Recuperado 5 noviembre, 2019, de <https://neurorhb.com/blog-dano-cerebral/actividades-avanzadas-la-vida-diaria-aavd/>
- 28- Kaner, J., Maestre, R., Lameski, P., Isaacson, M., Taveter, K., Tomsone, S., . . & Melero, F. (2019, abril). State of the Art Report for Smart Habitat for Older Persons. Recuperado de <http://www.sheld-on.eu/wp-content/uploads/2019/06/SHELDON-STATE-OF-ART-DIGITAL.pdf>
- 29- Al-Shaqi, R., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2016). Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly. *SpringerPlus*, 5(1), 624. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84971634641&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 30- Zanjali, S. V., & Talmale, G. R. (2016). Medicine reminder and monitoring system for secure health using IOT. *Procedia Computer Science*, 78, 471-476. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84988649017&origin=resultslist&zone=contextBox>

- 31- González-Landero, F., García-Magariño, I., Amariglio, R., & Lacuesta, R. (2019). Smart Cupboard for Assessing Memory in Home Environment. *Sensors*, 19(11), 2552. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=4&cacheurlFromRihtClick=no
- 32- Chui, K. T., Alhalabi, W., Pang, S. S. H., Pablos, P. O. D., Liu, R. W., & Zhao, M. (2017). Disease diagnosis in smart healthcare: Innovation, technologies and applications. *Sustainability*, 9(12), 2309. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85038434384&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 33- Minor, B. D., Doppa, J. R., & Cook, D. J. (2017). Learning activity predictors from sensor data: Algorithms, evaluation, and applications. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 29(12), 2744-2757. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=26&cacheurlFromRihtClick=no
- 34- Atee, M., Hoti, K., & Hughes, J. D. (2018). A technical note on the PainChek™ system: a web portal and mobile medical device for assessing pain in people with dementia. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 117. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85048789351&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 35- Mohamedali, F., & Matoorian, N. (2016, October). Support dementia: using wearable assistive technology and analysing real-time data. In 2016 International Conference on Interactive Technologies and Games (ITAG) (pp. 50-54). IEEE. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=36&cacheurlFromRihtClick=no
- 36- Enshaeifar, S., Barnaghi, P., Skillman, S., Markides, A., Elsaleh, T., Acton, S. T., ... & Rostill, H. (2018). The internet of things for dementia care. *IEEE Internet Computing*, 22(1), 8-17. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=23&cacheurlFromRihtClick=no
- 37- Enshaeifar, S., Zoha, A., Markides, A., Skillman, S., Acton, S. T., Elsaleh, T., ... & Rostill, H. (2018). Health management and pattern analysis of daily living activities of people with dementia using in-home sensors and machine learning techniques. *PloS one*, 13(5), e0195605. Recuperado de:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85046891445&origin=resultslist&zone=contextBox>

- 38- Rostill, H. (2019). A Close Eye on Dementia. *Community Practitioner*, 92(4), 48–50. Recuperado de: <http://web.b.ebscohost.com/ujaen.debiblio.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=2459b698-a831-487d-9828-7591a3d30ed5%40sessionmgr101&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=136206328&db=ccm>
- 39- Demir, E., Köseoğlu, E., Sokullu, R., & Şeker, B. (2017). Smart home assistant for ambient assisted living of elderly people with dementia. *Procedia computer science*, 113, 609-614. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85033499146&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 40- Ishii, H., Kimino, K., Aljehani, M., Ohe, N., & Inoue, M. (2016). An early detection system for dementia using the M2 M/IoT platform. *Procedia Computer Science*, 96, 1332-1340. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84988883282&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 41- Navarro, J., Doctor, F., Zamudio, V., Iqbal, R., Sangaiah, A. K., & Lino, C. (2018). Fuzzy adaptive cognitive stimulation therapy generation for Alzheimer's sufferers: Towards a pervasive dementia care monitoring platform. *Future Generation Computer Systems*, 88, 479-490. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=12&cacheurlFromRightClick=no
- 42- Shin, D., Shin, D., & Shin, D. (2014). Ubiquitous health management system with watch-type monitoring device for dementia patients. *Journal of Applied Mathematics*, 2014. Recuperado de: https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=15&SID=E4Uyq9SGeAu8Fas5rWq&page=1&doc=43&cacheurlFromRightClick=no
- 43- Astell, A. J. (2018). Technology and Dementia–The Future Is Now. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85068406226&origin=resultslist&zone=contextBox>
- 44- Dziak, D., Jachimczyk, B., & Kulesza, W. (2017). IoT-based information system for healthcare application: design methodology approach. *Applied Sciences*, 7(6), 596. Recuperado de: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85020263741&origin=resultslist&zone=contextBox>

Referencias bibliográficas imágenes:

Figura 1: Universidad de Jaén. Smartlab universidad de Jaén [Fotografía]. Recuperado de: <https://ceatic.ujaen.es/ujami/en/smartlab>

Figura 2: Egan, N. (2015). Elsi smart floor.[Fotografía]. Recuperado de: <https://www.australianageingagenda.com.au/2015/09/21/high-tech-floor-comes-to-australian-aged-care/>

Figura 3: Best, A. (2019). Canary Care App Design.[Dispositivo Canary Care] Recuperado de: <https://andib.co.uk/design/canary-care-app-design/>

Figura 4: Ibermatica (2017). Ilustración [Ilustración Reaal]. Recuperado de: <https://ibermatica.com/ibermatica-une-iot-e-inteligencia-artificial-para-avisar-al-instante-de-accidentes-domesticos-de-personas-mayores/>

Figura 5: Zembro. Fotografía brazalete Zembro [Fotografía]. Recuperado de: <https://www.zembro.com/uk-EN/>

Figura 6: Carepredict. How the CarePredict Solution Works [Fotografía]. Recuperado de: <https://www.carepredict.com/wp-content/uploads/2017/02/How-the-CarePredict-Solution-Works-2.png>

Figura 7: Pascual, J.A. (2019). Cinturón anticaída. [Fotografía]. Recuperado de: <https://computerhoy.com/noticias/life/airbag-anticaidas-personas-mayores-no-rompan-cadera-436059>

Figura 8: Huane (2018). Zapato inteligente e-vone. [Fotografía]. Recuperado de: <https://tecnowebstudio.com/e-vone-empresa-francesa-presenta-novedoso-zapato-inteligente/>

Figura 9: Construnario. Fotografía domoalert. [Fotografía]. Recuperado de: <https://www.construnario.com/notiweb/40875/domoalert-toda-la-seguridad-de-tu-hogar-en-un-unico-dispositivo>

Figura 10: Slumber search. Fotografía colchón sleep number. [Fotografía]. Recuperado de: <https://www.slumbersearch.com/sleep-number-360-smart-bed-review>

Figura 11: Asistae.Fama. ¿Qué es Asistae?. [Fotografía]. Recuperado de: <http://asistae.fama.es/que-es-asistae.html>

ANEXO I:

BASE DE DATOS	NOMBRE ARTÍCULO	AUTOR	AÑO PUBLICACIÓN
CINAHL	A close eye on dementia	Rostill, H.	2019
CINAHL	Computerised help information and interaction project for people with memory loss and mild dementia	Jawaid, B. S.	2016
SCOPUS	An early detection system for dementia using the M2 M/IoT platform	Ishii, H.	2016
SCOPUS	A technical note on the PainChek™ system: A web portal and mobile medical device for assessing pain in people with dementia	Atee, M.	2018
SCOPUS	Disease diagnosis in smart healthcare: Innovation, technologies and applications	Chui, K. T.	2017
SCOPUS	Health management and	Enshaeifar, S.	2018

	pattern analysis of daily living activities of people with dementia using in-home sensors and machine learning techniques.		
SCOPUS	IoT-based information system for healthcare application: Design methodology approach	Dziak, D	2017
SCOPUS	Machine learning methods for detecting urinary tract infection and analysing daily living activities in people with dementia	Enshaeifar, S	2019
SCOPUS	Medicine Reminder and Monitoring System for Secure Health Using IOT	Zanjal, S. V.	2016
SCOPUS	Personalizing the fitting of hearing aids by learning contextual preferences from internet of things data	Johansen, B	2018

SCOPUS	Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly	Al-Shaqi, R.	2016
SCOPUS	Smart home assistant for Ambient Assisted Living of elderly people with dementia	Demir, E.	2017
SCOPUS	Technology and dementia: The future is now	Astell, A. J.	2019
WOS	Designing the health-related Internet of Things: ethical principles and guidelines	Mittelstadt, B.	2017
WOS	Internet of Things enabled technologies for behaviour analytics in elderly person care: a survey	Newcombe, L	2017
WOS	Fuzzy adaptive cognitive stimulation therapy generation for Alzheimer's sufferers: Towards a pervasive dementia care monitoring	Navarro, J.	2018

	platform		
WOS	Learning Activity Predictors from Sensor Data: Algorithms, Evaluation, and Applications	Minor, B. D	2017
WOS	Smart Cupboard for Assessing Memory in Home Environment	González-Landero, F.	2019
WOS	Support Dementia Using wearable assistive technology and analysing real-time data	Mohamedali, F.	2016
WOS	The Internet of Things for Dementia Care	Enshaeifar, S.	2018
WOS	Ubiquitous Health Management System with Watch-Type Monitoring Device for Dementia Patients	Shin, D.	2014

Tabla 3: Artículos encontrados en las bases de datos

Fuente: elaboración propia