



IoT by Smart Enviroments – Aplication to  
diabetic and hypertensive patients in domiciliary  
modality Technological model of monitoring and  
follow-up

---

Edna Bernal, Sixto Campaña, Carlos Gómez, Macarena Espinilla  
and Javier Quero

EasyChair preprints are intended for rapid  
dissemination of research results and are  
integrated with the rest of EasyChair.

June 14, 2018

# *IoT y Ambientes Inteligentes – Aplicación a pacientes diabéticos e hipertensos en modalidad domiciliaria*

*Modelo tecnológico de monitoreo y seguimiento*

## *IoT by Smart Enviroments – Application to diabetic and hypertensive patients in domiciliary modality*

*Technological model of monitoring and follow-up*

<sup>1st</sup> Edna Bernal

*Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI*

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*

Bogotá, Colombia

[edna.bernal@unad.edu.co](mailto:edna.bernal@unad.edu.co)

<sup>2nd</sup> Sixto Campana

*Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI*

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*

Pasto, Colombia

[sixto.campana@unad.edu.co](mailto:sixto.campana@unad.edu.co)

<sup>3rd</sup> Carlos Gómez

*Analista TIC Teleasistencia Domiciliaria*

*Cruz Roja Colombiana Seccional Antioquía*

Medellín, Antioquía

[cgomez@crantioquia.org.co](mailto:cgomez@crantioquia.org.co)

<sup>4nd</sup> Macarena Espinilla

*Departamento de Informática*

*Universidad de Jaén*

Jaén, España

[mestevez@ujaen.es](mailto:mestevez@ujaen.es)

<sup>5nd</sup> Javier Quero

*Departamento de Informática*

*Universidad de Jaén*

Jaén, España

[jmquero@ujaen.es](mailto:jmquero@ujaen.es)

**Resumen** — La atención efectiva a pacientes diabéticos e hipertensos impacta de manera importante al sistema de salud del mundo. Los costos de intervención de pacientes crónicos son muy altos y por la atención tardía por parte de servicios de salud se causan altas tasas de mortalidad y de morbilidad que representan una problemática social al sistema de salud. En búsqueda de comprender mejor este impacto en aras de buscar minimizarlo, en el presente artículo se realiza la descripción de algunos dispositivos tecnológicos y modelos de atención basados en IoT, que buscan monitorear a domicilio variables fisiológicas para determinar el estado de salud de pacientes de manera remota. El trabajo presentado es fruto de una investigación que se adelanta con el grupo DAVINCI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD (Colombia) y la Universidad de Jaén (España), en colaboración con la Cruz Roja Colombiana Seccional Antioquía y el proyecto de investigación REMIND asociado al programa europeo H2020. El trabajo presentado parte de la identificación de dispositivos y sensores, con el objetivo de propender por el diseño de un modelo tecnológico para evaluar el beneficio y el ahorro en la implementación de servicios de monitoreo y seguimiento de pacientes diabéticos e hipertensos. El documento está organizado en tres partes: 1) Reconocimiento de definiciones conceptuales 2) Modelo de atención de pacientes crónicos en Colombia, España y Costa Rica y la 3) Integración de dispositivos IoT aplicados al modelo de atención para el monitoreo domiciliario.

**Palabras clave;** Internet de las cosas (IoT), ambientes inteligentes, monitoreo remoto, diabetes, hipertensión

**Abstract** — Effective care for diabetic and hypertensive patients has a substantial impact on the national health system finances. The intervention costs of chronic patients are very high and due to the untimely attention they are causing high mortality and morbidity rates representing a social problem to the health system. To minimize this impact, this article presents a description of devices technological on IoT that seeks to monitor at home physiological variables to determine the health status of the patient remotely. This research is being developed by the DAVINCI of Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia (UNAD) and the University of Jaén from Spain (UJAEN), in collaboration with the Colombian Red Cross Organization Section Antioquia and with REMIND research project from European program H2020. The article is organized in three parts: 1) Chronic diseases telecare delivery models used in Colombia, Spain and Costa Rica, 2) Integration of IoT devices applied to a chronic care delivery model, and 3) Sensors for homecare monitoring. This document presents the identification of devices, looking to validate the technological model and to evaluate benefits and savings using this monitoring health service model for diabetes and hypertension.

**Keywords; formatting; Internet of things (IoT), Smart environments, remote monitoring, diabetes, hypertension**

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías juegan actualmente un papel fundamental en las diferentes actividades que realizan las personas, los nuevos avances y desarrollos en esta área han permitido que muchos aspectos que antes no podían ser controlados ahora lo sean de forma más asequible [1]. Por ejemplo, para una buena conectividad es necesaria una apropiada tecnología, donde se pueden destacar: las redes de sensores, los sistemas para ambientes inteligentes, La Internet de las Cosas (IoT siglas en inglés), entre otras [2], siendo las anteriores tendencias tecnológicas mencionadas las que actualmente cobran mucha importancia en el monitoreo de diferentes grupos de población y con más énfasis en aquellas consideradas como vulnerables, como por ejemplo las que se encuentran en los sistemas públicos de salud, como por ejemplo la población de personas con patologías crónicas como diabetes e hipertensión.

Hasta la fecha se han realizado muchos esfuerzos en los sistemas de salud [28], principalmente en cuanto a la innovación de modelos de intervención domiciliario y uso de dispositivos tecnológicos de los cuales se hace referencia en este documento, mencionando principalmente la descripción de algunos que pueden ser utilizados en el monitoreo de pacientes diabéticos e hipertensos. Dichos dispositivos tienen la ventaja de ser pequeños, conectarse remotamente y se pueden instalar en las casas de los pacientes, además tienen múltiples funcionalidades. Por ejemplo, Antonio Cruz en [3-4] indica la forma en que estos dispositivos permiten generar alertas, en caso de que una persona experimente una crisis de salud como pérdida del conocimiento, manifieste síntomas de que algo está afectando su entorno como altas temperatura, entre otros, con el fin de minimizar riesgos de complicaciones médicas que puedan atentar contra el bienestar y la salud de la persona[5]. Otra funcionalidad de estos dispositivos es la característica de permitir la conexión de objetos físicos y sistemas informáticos, que por medio de sensores, software y otros dispositivos constituyen una red capaz de producir un gran volumen de información[6]. Con el fin de obtener datos sobre el comportamiento o la salud de una persona, estableciendo cuando las variables fisiológicas del paciente se están saliendo de la normalidad, como por ejemplo, en relación a la temperatura y la presión, o si necesitan prioridad en cuidado o atención, con el fin de emitir una señal de alarma al centro médico o a la familia del paciente, según sea el caso. Todas estas funcionalidades han permitido identificar la capacidad que tienen los dispositivos IoT para medir variables fisiológicas que ayudan a determinar el estado de salud de un paciente.

Una extensión de la tecnología IoT es su implementación en laboratorios para crear ambientes inteligentes. En la actualidad existen muchos tipos de laboratorios de este tipo que son pilotos[7], los cuales funcionan como espacios integrados por un conjunto de dispositivos, sensores y actuadores, que cumplen con la función de hacer el proceso de trazabilidad de las actividades cotidianas[8], permitiendo evidenciar la funcionalidad de los dispositivos IoT para la implementación de sistemas de monitoreo remoto de la salud de las personas.

De acuerdo a lo anterior, en este artículo se presenta la revisión de algunos dispositivos IoT y sensores los cuales pueden ser integrados a los modelos de atención mencionados. La estructura de éste documento se organiza en tres secciones: la sección I reconocimiento de definiciones conceptuales claves para el desarrollo de la temática propuesta; la sección II muestra algunos modelos de atención y cuidado domiciliario y la sección III se presenta integración de dispositivos IoT y sensores para el monitoreo.

## I. RECONOCIMIENTO DE DEFINICIONES CONCEPTUALES

Los ambientes inteligentes (AI), [3] según Steventon y Wrigh, son espacios que usan la tecnología de sistemas embebidos, así como otras tecnologías de la información y comunicación, para crear ambientes interactivos que acerquen la computación al mundo físico y a los problemas cotidianos. La figura 1 muestra el laboratorio inteligente del Centro de Estudios Avanzados en Tecnologías de la Información y de la Comunicación CEATIC – Universidad de Jaén [4], el cual se encuentra integrado con más de 40 dispositivos que componen tres secciones del modelo simulado de un hogar de una persona que vive sola, compuesta por: 1) cocina, 2) sala de estar, y 3) dormitorio.



Fig 1: SmartLab- CEATIC- Universidad de Jaén

Es importante mencionar que el laboratorio inteligente de la universidad de Jaén integra diferentes sensores, actuadores y dispositivos IoT en ambientes reales, es decir en actividades que una persona desarrolla diariamente en su casa, como cocinar, dormir, lavarse los dientes entre otros. Lo anterior se logra gracias al papel que desempeña los sensores, los cuales en ambientes inteligentes posibilitan a las personas interactuar en su cotidianidad con los distintos dispositivos instalados, sea, vía gestos, voz, y movimientos [3]. Actualmente, en el laboratorio se encuentran incorporados más de 130 sensores, los cuales están conectados en red, permitiendo a los investigadores del CEATIC, llevar a cabo el estudio y la monitorización de las personas que se encuentran en él; ya sea para detectar cualquier alteración en las rutinas de la persona o en el estado de la vivienda. La información recogida por los sensores es procesada y enviada a un computador servidor, lo que ha permitido el desarrollo de diferentes aplicaciones, tales como: sistema de alerta para el envío de notificaciones al cuidador, alertas en los teléfonos móviles, trazar recorridos en la vivienda, monitorizar el estado de salud, entre otras.

Por otra parte, la tecnología de Internet de las cosas (IoT), hace referencia a una tecnología convergente, donde los objetos cotidianos se encuentran conectados a la red Internet, permitiendo interactuar y comunicarse entre ellos en un entorno donde los objetos cobran vida y pueden estar en comunicación directa con el ser humano[4], una de las ventajas es la gran cantidad de información que estos dispositivos permiten recopilar, por cuanto es información que ayuda en la toma de decisiones (ver figura 2).

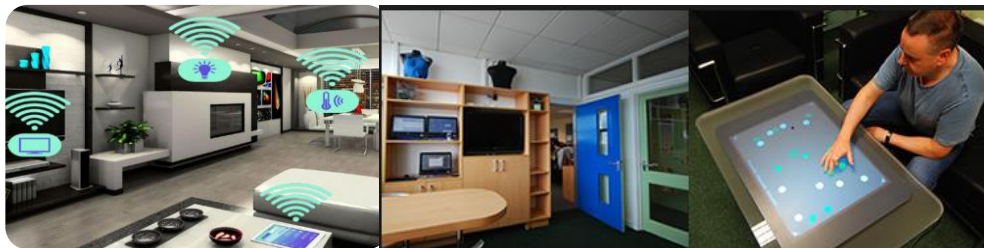


Fig 2: [35] Vista Interna Ambiente Inteligente – SmartLab integrando sensores y dispositivos IoT – Universidad de Ulster

Teniendo en cuenta los conceptos anteriormente mencionados, los sensores y dispositivos IoT son tecnologías que permiten ser utilizadas para el monitoreo a domicilio de diferentes variables fisiológicas que ayudan a determinar el estado de salud de los pacientes en un determinado contexto, como por ejemplo sensores para control de temperatura, presión, entre otras, y dispositivos IoT como brazaletes, botones para el monitoreo continuo y en tiempo real, específicamente en pacientes con patologías de diabetes e hipertensión. Es importante recalcar que la IoT se apoya en dispositivos que recopilan datos mediante sensores y se conectan para enviar esa información a algún repositorio, donde serán utilizados para el análisis de información y desarrollo de diversas aplicaciones. Teniendo en cuenta los conceptos que se han abordado se debe entender que un sensor es cualquier dispositivo que detecta o mide una variable física y entrega una valoración de la misma, normalmente en forma de un valor digital, como por

ejemplo, el termostato inteligente en casa incluye un sensor que mide la temperatura de la habitación y entrega un valor en grados centígrados, cuyo valor es mostrado en una pantalla, enviado a la nube, o recibido en un teléfono inteligente de la persona que así lo haya configurado[51].

Por otra parte, en cuanto a los modelos de atención domiciliar, son aquellos que hacen referencia a modalidades alternativas a la hospitalización convencional que actualmente se utilizan en los diferentes sistemas de salud, los cuales están llamados a ser innovadores, pero sobre todo a garantizar la calidad, efectividad y eficacia de los servicios, manteniendo las ventajas de la atención ambulatoria, como disminución de efectos adversos y acompañamiento de familiares o cuidadores [20]. Uno de los requerimientos para que estos modelos cumplan con sus objetivos, es mediante un sistema de atención articulado en red que facilite el seguimiento de los pacientes, sean estos con patologías crónicas u otro tipo de padecimiento, principalmente con la participación de redes de apoyo. Estos modelos buscan garantizar: la utilización racional de los recursos institucionales, un adecuado uso de los servicios de salud, y la eliminación de la duplicidad de servicios.

Como se ha dicho anteriormente en este documento se hace relación a las patologías crónicas, principalmente a: la diabetes, que es una enfermedad crónica e irreversible del metabolismo en la que se produce un exceso de glucosa o azúcar en la sangre y en la orina, que es debida a una disminución de la secreción de la hormona insulina o a una deficiencia de su acción [28]. Como también a la hipertensión, que hace referencia a una enfermedad que se caracteriza por la presión excesivamente alta de la sangre sobre la pared de las arterias[29]. En el desarrollo de este documento se hace referencia a modelos de monitoreo para este tipo de patologías.

## II. MODELOS DE ATENCIÓN DOMICILIAR.

En esta sección del documento se ha tomado como referente tres modelos de atención y cuidado de atención domiciliar para pacientes crónicos, en cuanto a los servicios que se ofrecen, teniendo en cuenta las normas y protocolos de atención domiciliar definidos por el ministerio de salud de cada país en la guía de prácticas para la seguridad del paciente en la atención en salud [28], el cual determina los procedimientos de la atención domiciliar, se analizaron modelos de intervención de Centroamérica, Sudamérica y Europa. A nivel latinoamericano se tomó como referencia el modelo del sistema de salud de Costa Rica, donde se tiene el modelo de atención integral, continuo y permanente de la Región Huetar [45]; a nivel europeo se estudió el modelo de envejecimiento digno y positivo EDP [44], que se aplica en España; y a nivel local se estudió el modelo de la Cruz Roja Seccional Antioquía de Colombia [4]. Lo anterior con el propósito de identificar cómo se está realizando la prestación del servicio médico y cómo estos países están asumiendo los retos de salud que establecen las enfermedades crónicas particularmente las relacionadas con la diabetes y la hipertensión.

### *Modelo de atención integral, integrado, continuo y permanente Región Huetar Costa Rica [45].*

En la figura 3 se muestra el modelo de atención integral, continuo y permanente de la Región Huetar Costa Rica [45], donde se realiza un acompañamiento del segundo nivel (Médico general y/o profesional paramédico con interconsulta, remisión y/o asesoría de personal o recursos especializados [28].) hacia el primer nivel de atención (Médico general y/o personal auxiliar y/o paramédico y/o de otros profesionales de la salud no especializados [28].), a través de un sistema de comunicación por webcam. Por medio del cual los equipos de atención del primer nivel tienen acceso a interconsultas con especialistas e incluso a consultas compartidas mediante un intercambio rápido que no requiere trámites administrativos complejos. Este proyecto inicio en el año 2013 con hospitalizaciones diurnas, implementando programas hospitalarios y teleasistencia domiciliar en patologías como diálisis peritoneal ambulatoria, diabetes e hipertensión [45]. Este sistema de atención articulado en red, facilita el seguimiento de los pacientes con patologías crónicas, derivados a través del alta programada, con la participación de redes de apoyo. Con este modelo se han atendido alrededor de 1.286 pacientes generando un ahorro de hospitalizaciones de 3.912.100.000 Dólares [45].

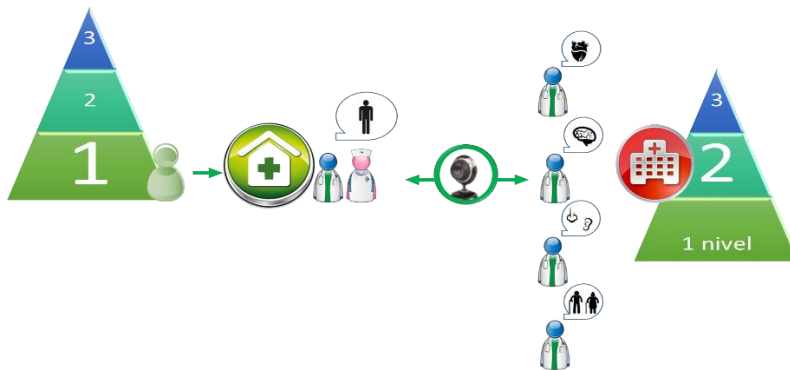


Fig 3: Protocolo de atención modelo de atención integral, integrado, continuo y permanente Región Huetar

✚ *Modelo de Envejecimiento Digno y Positivo EDP Jaén España [44].*

En la figura 4 se muestra el modelo de intervención EDP el cual aplica la lógica de la gestión por procesos a la intervención desde una perspectiva amplia, en la que el objetivo principal es el fomento de llevar un envejecimiento digno y positivo de las personas mayores usuarias de los servicios, el cual se ha definido y delimitado por los principios y criterios generales, que guían las prácticas y actitudes que los profesionales desarrollan en la intervención [44]. Los principios que guían este modelo son: bioética, participación activa, bienestar, inteligencia colaborativa y corresponsabilidad. En relación a la aplicabilidad del modelo EDP en las organizaciones que prestan la intervención, está concebido para ser medible en virtud de los atributos de equilibrio, sistematización, implantación, conectividad y progresividad, En cuanto el equilibrio el modelo permite determinar el peso relativo que cada uno de los criterios y principios tiene sobre la intervención, la sistematización el modelo reposa sobre la base de un sistema documental que fija y sistematiza praxis de intervención coherente, en relación a la implantación, el diseño del modelo incorpora la gestión por procesos como método de proporcionar evidencias objetivos cuantificables sobre los resultados de las paxis de intervención y su impacto sobre el nivel de aplicación de principios y criterios. Por último, el modelo concibe la intervención con un planteamiento integral en el que todos los principios y criterios sobre los que se fundamenta están interconectados y confluyen entre sí, de manera que tiene un carácter transversal en la mayor parte de los procedimientos y actuaciones que se concretan [44].

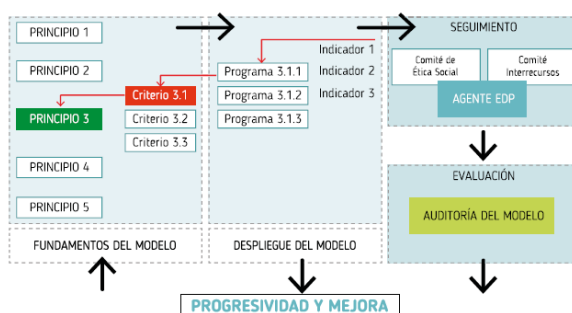


Fig 4: Modelo EDP aplicando principios, criterios y praxis.

El modelo EDP articuló dispositivos IoT y ambientes inteligentes en sus centros de atención como es, Living Lab Social en Entornos Reales (Living Lab) ofrece un servicio integral y directo aportando soluciones a medida, tanto a proyectos de investigación, como en el desarrollo e innovación de productos o servicios que den respuesta al reto del Envejecimiento para el seguimiento de sus pacientes, apoyados de la red médica [52], con los objetivos de: probar, validar, realizar prototipos y refinar soluciones complejas en entornos reales en constante evolución, en los que intervienen múltiples factores no conocidos en estudios tradicionales; para permitir la adecuación de los productos y servicios a las necesidades reales del usuario final; y para estudiar a las personas mayores en el contexto que habitan, con alto nivel de observación [45].

✚ *Modelo de Intervención ‘Cercanos’ de Tele asistencia Domiciliaria de la Cruz Roja en Colombia [4].*

En la figura 5, se muestra el modelo de atención “Cercanos” de teleasistencia domiciliaria, cuyo objetivo es la atención domiciliaria a través de visitas, llamadas de formación y recordación, mensajes de texto y dispositivos tecnológicos; buscando que el paciente se sienta acompañado, autónomo y seguro en su hogar de igual forma que sus cuidadores o familiares, tengan una asesoría en el momento que la requieran[4]. El modelo implementado cuenta con dispositivos de fácil uso y portabilidad, como GPS, botón de emergencia, y videoconferencia, los cuales le permiten la comunicación directa con el centro de atención de teleasistencia domiciliaria y atención en escenarios de alto riesgo para el paciente; asequibles en costos y adaptados a la necesidad de las patologías de los pacientes [4]. Este modelo ha sido diseñado por la Cruz Roja Colombiana seccional Antioquia, el cual incluye una plataforma y dispositivos tecnológicos como plataforma de emergencia y call center, dispuestos las 24 horas al día los 7 días de la semana, profesionales del sector salud y una estrategia de intervención y formación a la medida, lo que ha permitido una importante reducción de costos para el sistema de salud, debido a que se disminuyeron las recurrencias al servicio de urgencias, por atención prioritaria y el número de hospitalizaciones [5], pero siendo lo más importante la atención in situ de las personas que hacen parte del programa de implementación que tiene el modelo.



Fig5: Funcionamiento Modelo Cercanos Teleasistencia Domiciliaria [4].

En la figura 6 se muestran los dispositivos tecnológicos del modelo CERCANOS utilizados para la gestión del seguimiento a los factores de riesgo de los pacientes diabéticos e hipertensos. Estos dispositivos se consideran de fácil uso y portabilidad, para comunicación directa con el centro de atención de teleasistencia domiciliaria y atención en escenarios de alto riesgo para pacientes. El sistema cuenta con una plataforma tecnológica robusta con información médica y personal del usuario y su cuidador, que facilita el seguimiento y acompañamiento a los pacientes [5].




DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN	DISPOSITIVO	DESCRIPCIÓN
<b>Neo:</b>  [46]	Dispositivo de alarmas el cual va conectado a la línea principal del teléfono fijo de la vivienda del usuario y permite lanzar llamados al centro de atención. Permite adicional más periféricos como sensores	<b>Tablet:</b> [50] 	Tabletas utilizadas para la instalación de la plataforma de Telemedicina.
<b>Nemo:</b>  [47]	Teléfono móvil equipado con GPS y dirigido a personas que necesiten enviar alarmas sin importar su ubicación geográfica.	<b>NurseKit:</b> [49] 	kit que contiene una Tablet donde se accede a la plataforma de Telemedicina, el PC-303 Spot es el monitor que muestra las medidas tomadas por medio de los periféricos: Pulse Oxímetro, tensiómetro, medidor de temperatura corporal, glucómetro y báscula de peso
<b>APP:</b>  [48]	Aplicación diseñada para teléfonos móviles con sistema operativo Android, la cual permite ver la georreferenciación del usuario, realizar llamadas a la central telefónica y recibir mensajes de texto interactivos.	<b>Plataformas:</b> [51] 	Se dispone de 6 plataformas: CMP, Telemedicina, Reporting, Neat recorder, SLI y Tele24W; siendo esta última la principal.
<b>Videoteléfono:</b>  [49]	Videoteléfono IP multimedia. Funciona bajo el sistema operativo de Android, ofrece la experiencia de una Tablet y soluciones completas de voz, video, datos y movilidad.	<b>Centralita Telefónica</b> [51] 	Es un software basado en un sistema de tratamiento de llamadas y telefonía sobre IP

Fig 6: [4] Dispositivos Tecnológicos implementados en el modelo de atención Cercanos – Tele asistencia Domiciliaria.

Es importante mencionar que los dispositivos como sensores y actuadores, son la herramienta que hace parte de la estrategia de monitoreo y seguimiento domiciliario, los cuales permiten determinar el estado del paciente, dar acompañamiento y generar alertas en caso de que se detecte alguna anomalía. Teniendo en cuenta lo anterior y la experiencia realizada en la implementación del modelo “Cercanos” y con el fin de potencializar este modelo de intervención, se ha visto la necesidad de realizar un modelo tecnológico de dispositivos, complementario y que apoye al modelo patentado por la Cruz Roja seccional Antioquía. El grupo de investigación Davinci ha propuesto identificar y proponer el modelo tecnológico a través de una alianza con la universidad de Jaén (España), la cual cuenta con un laboratorio de inteligencia ambiental dotado de una serie de dispositivos que acorde a las expectativas del proyecto, permitirán determinar la forma más eficiente de desarrollar los servicios del “modelo de atención Cercanos” con respecto a su necesidad tecnológica.


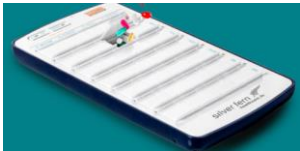

En relación a los anteriores modelos presentados, se puede identificar como los sistemas de salud están innovando, con el fin de mejorar la eficiencia en la prestación de sus servicios. Para el estudio presentado en este documento se seleccionó el modelo de atención “Cercanos”, el cual se compone de tres aspectos fundamentales: sistema de información y dispositivos tecnológicos; servicio de inteligencia sanitaria, encargado de la gestión del riesgo; y atención domiciliar por parte del equipo médico [4]. Este proyecto espera resultados de gran impacto social como es la adherencia (según la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la adherencia al tratamiento como el cumplimiento del mismo; es decir, tomar la medicación de acuerdo con la dosificación del programa prescrito; y la persistencia, tomar la medicación a lo largo del tiempo.) del 98% a la enfermedad y económico para sistema de salud, en cuanto a costos de hospitalización el cual proyecta expandir los servicios a todo el departamento de Antioquía [5].

### III. DISPOSITIVOS IOT Y SENSORES USADOS PARA EL MONITOREO DOMICILIAR





En esta sección, se presenta el estudio de algunos sensores y dispositivos que han sido implementados en laboratorios de inteligencia ambiental del proyecto REMIND – H2020 [10], cuyo principal objetivo es permitir que los avances tecnológicos y los sistemas de este tipo de laboratorios estén al servicio de las personas, para facilitar su vida y la de sus familiares. Las tecnologías que relacionan estos laboratorios pueden ser utilizadas en el monitoreo de diferentes patologías, para el caso de estudio tales como la diabetes y la hipertensión principalmente. Es importante anotar que hoy en día hay variedad de sensores y dispositivos en el mercado tecnológico, por lo que se han seleccionado sólo algunos de los que pueden ser aplicados en el programa de intervención denominado “Tele asistencia Domiciliaria - Cercanos”.

En la tabla 1 se presenta la descripción de algunos dispositivos tecnológicos implementados y validados en el laboratorio de inteligencia ambiental de universidad de Jaén, los cuales apoyan el monitoreo remoto de enfermedades crónicas en modelo de atención domiciliar, estos dispositivos se conectan a través de una red de datos e Internet y transmiten los datos al personal experto para poder realizar un seguimiento continuo evitando complicaciones médicas y hospitalizaciones de los pacientes.

Tabla 1: Descripción de Dispositivos IoT

Nombre Dispositivo	Descripción	Imagen
<b>Withing Pulse Ox</b>	Utiliza sensores internos, permite obtener: pasos del usuario, distancia recorrida, ltitud, calorías quemadas, ciclos de sueño, ritmo cardíaco, nivel de oxígeno en sangre [20].	 <p>[20] <a href="https://www.techradar.com/">https://www.techradar.com/</a></p>
<b>Silver Fern Healthcare: envases inteligentes de pastillas</b>	Dispositivo de control de glucosa en sangre habilitado para Bluetooth y un dispositivo inalámbrico de medición de la presión arterial, los pacientes reciben un contenedor de pastillas inteligentes que carga automáticamente sus datos a la nube. El pastillero les ayuda a organizar sus medicamentos y les recuerda cuándo tomarlos, a la vez ofrece información real a los profesionales sanitarios sobre patrones de adherencia a esa medicación [31].	 <p>[31] <a href="http://silverfernhealthcare.com">http://silverfernhealthcare.com</a></p>
<b>Actiste</b>	Dispositivo validado para diabéticos insulino dependientes que permite monitorear los niveles de azúcar en sangre, detecta la dosis de insulina necesaria [32].	 <p>[32] <a href="http://actiste.com/">http://actiste.com/</a></p>


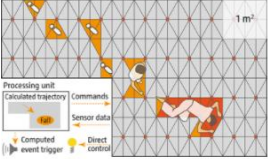




<b>Tensiómetro inalámbrico para iOS y Android – Withings BP-801</b>	Dispositivo para medir la tensión y las pulsaciones. Muestra un código de color claro que permite un análisis simple. Sincronización automática de los resultados. Comparte los datos con el médico [33].	 <p>[33] <a href="http://www.ceapat.es/">http://www.ceapat.es/</a></p>
<b>Tensiómetro de muñeca digital Koogeek</b>	El dispositivo permite almacenar hasta 99 conjuntos de datos para ayudar a los usuarios a observar los cambios cíclicos en la presión arterial. Se ajusta automáticamente el valor de presión, acortando el tiempo de medición[39].	 <p>[39] <a href="http://iotworldonline.es/">http://iotworldonline.es/</a></p>
<b>Termómetro Digital Inteligente Koogeek con Bluetooth</b>	El termómetro de Koogeek, adopta la tecnología avanzada de detección por infrarrojos. Mide la temperatura instantáneamente en 1 segundo [39].	 <p>[39] <a href="http://iotworldonline.es/">http://iotworldonline.es/</a></p>
<b>Botón de Pánico</b>	El cual puede ser accionado en cualquier momento el paciente, a través de la píldora box que posee un chip celular multioperadora [40].	 <p>[40] <a href="https://aws.amazon.com/es/iotbutton/">https://aws.amazon.com/es/iotbutton/</a></p>

Continuando con la descripción del laboratorio del CEATIC de la UJAEN, en la tabla 2 se listan los sensores instalados en el mismo. Los cuales son usados para:

- ✓ Supervisar, controlar y proteger su ambiente inteligente desde cualquier lugar.
- ✓ Para detectar movimientos y ubicación de un objeto o una persona en un lugar específico.[Medina, J., Espinilla, M., Zafra, D., Martínez, L., & Nugent, C. (2017, November). Fuzzy Fog Computing: A Linguistic Approach for Knowledge Inference in Wearable Devices. In *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 473-485). Springer, Cham.]
- ✓ Permitir controlar peso y composición corporal.
- ✓ Recordatorios para tomar medicinas [Medina, J., Espinilla, M., Garcia-Fernandez, A. L., & Martinez, L. (2017). Intelligent multi-dose medication controller for fever: From wearable devices to remote dispensers. *Computers & Electrical Engineering*.]
- ✓ Alarma inteligente
- ✓ Análisis de movimientos
- ✓ Temperatura
- ✓ Ayuda a mantenernos en forma [4].

Tabla2: [4]Descripción de Sensores – CEATIC – Universidad de Jaén

Nombre Sensor	Descripción	Imagen
<b>Samsung SmartThings Hub</b>	Se conecta de forma inalámbrica con varios dispositivos inteligentes compatibles, lo que le permite supervisar, controlar y proteger su ambiente desde cualquier lugar[5].	 <p>[5] <a href="https://www.samsung.com/us/smart-home/smartthings/">https://www.samsung.com/us/smart-home/smartthings/</a></p>
<b>Suelo inteligente</b>	La tecnología SensFloor permite detectar, a través de la conductividad de la superficie la ubicación y el desplazamiento de las personas y los objetos en el hogar. La comunicación se realiza mediante un transceiver USB [9].	 <p>[9] <a href="http://www.ticbeat.com/innovacion/puede-un-suelo-ser-inteligente-una-startup-espanola-crea-que-si/">http://www.ticbeat.com/innovacion/puede-un-suelo-ser-inteligente-una-startup-espanola-crea-que-si/</a></p>
<b>Withing Smart Body Analyzer (WS-5)</b>  <b>Mother (Hub) and Cookie (Sensores)</b>	Esta báscula permite controlar hasta 8 usuarios distintos, por lo que se puede utilizar con diferentes perfiles o dispositivos. Permite medir el peso, grasa corporal, ritmo cardíaco y la calidad del aire [10].  Funciona con un Hub central el cual recoge toda la información proporcionada por los sensores mediante el estándar de comunicación ZigBee[11].	 <p>[10] <a href="https://support.health.nokia.com/hc/en-us/categories/200118207-Smart-Body-Analyzer-WS-50-">https://support.health.nokia.com/hc/en-us/categories/200118207-Smart-Body-Analyzer-WS-50-</a></p>  <p>[4] <a href="https://ceatic.ujaen.es/">https://ceatic.ujaen.es/</a></p>

Los dispositivos inteligentes mencionado en la tabla 2 y otros de sus mismas características, permiten recoger información sobre el comportamiento de una persona, teniendo en cuenta la variable que sensen, permitiendo el análisis de sus datos, con el fin de interpretar situaciones de riesgo, tales como, si sus señales vitales están fuera de los parámetros establecidos, o si necesitan cuidados y atención inmediata. Resolver a tiempo dichas situaciones es parte de lo estos sistemas deben garantizar, ya sea mediante la emisión de señales de alarma o el envío de avisos al centro médico o a familiares. Lo anterior permite algunos beneficios como: articulación del paciente con el cuidador, orientación y acompañamiento en el proceso médico, así como obtener información médica y personal en línea y poder realizar consultas de seguimiento por parte del cuidador y el usuario.

En el modelo tecnológico usando sistema tecnológico IoT para el monitoreo y seguimiento de pacientes diabéticos e hipertensos en modalidad domiciliaria se tuvo en cuenta:

1. Las necesidades de monitoreo y cuidado domiciliario de los pacientes hipertensos y diabéticos del modelo de atención Cercanos Tele asistencia Domiciliaria. Teniendo en cuenta los protocolos de la atención y dispositivos orientados a la implementación de tecnologías IoT.

2. Identificación de tecnologías en hardware y software basadas en IoT, como sensores y dispositivos ambientales, que sean apropiadas para modelo de monitoreo de los pacientes con diabetes e hipertensos seleccionados, utilizando tecnologías que permitan la ubicuidad de la información, el análisis de volúmenes de información y modelos estándares de informática médica.

3. Los sistemas Inteligentes basados en dispositivos IoT del laboratorio de Inteligencia Ambiental de Jaén, para adaptarlos al modelo de atención domiciliaria y que apoyen el monitoreo y los cuidados domiciliarios de los pacientes hipertensos y diabéticos.

#### IV. CONCLUSIONES

- ✓ Como se ha podido observar en diferentes partes del mundo se están generando nuevos modelos de atención para la atención domiciliaria, que buscan ser innovadores y con el propósito de asumir los retos de atención en salud, donde la tele asistencia domiciliaria tiene cabida y cuyo fin es realizar intervenciones oportunas, asegurando una mejor accesibilidad y calidad de la prestación del servicio médico, por lo anterior una posible solución es implementar sistemas tecnológicos que puedan apoyar este seguimiento y permitan la validación de dispositivos que potencialicen este servicio.
- ✓ Los sensores y actuadores posibilitan la identificación y monitoreo de las diferentes tareas cotidianas que realizan las personas, por lo tanto si se deja de realizar alguna tarea o se altera la duración de misma, entre otros aspectos, estos dispositivos permiten recopilar la información y hacer la trazabilidad de las variables médicas en medición y monitoreo, las cuales pueden ser analizadas y estudiadas para mejorar el sistema o detectar comportamientos que ayuden en el cuidado de las personas donde se ha aplicado este tipo de dispositivos.
- ✓ Es importante integrar elementos tecnológicos que sean escalables, sencillos y con un coste reducido que se ajusten a cada uno de los servicios y necesidades de cada modelo. Los dispositivos son herramientas que hacen parte de la estrategia de monitoreo remoto, el cual presenta grandes oportunidades de investigación y desarrollo, acompañados de un modelo de atención para su implementación.

#### V. TRABAJOS FUTUROS

- ✓ Diseño de un Modelo tecnológico de monitoreo y seguimiento para pacientes diabéticos e hipertensos en modalidad domiciliar utilizando sistemas de Información y dispositivos IoT.
- ✓ La Universidad Nacional Abierta y a Distancia, a través del proyecto europeo Horizonte 2020 – REMIND, realiza movilizaciones a diferentes laboratorios inteligentes con el fin de identificar tecnologías y dispositivos y realizar transferencia de estas tecnologías que puedan ser aplicados en modelos de intervención de nuestro país.

## References

- [1] D. Paul Horn, D. Neil Gershenfeld, D. Juan José Gonzalez, D. Joseph C. Kvedar, D. Thomas Lee, D. Paolo Gaudiano, D. Jens Schulte-Bockum (2011). El Internet de las Cosas En un mundo conectado de objetos inteligentes.
- [2] Gómez Carlos, Mazo Cristina (2015). Cercano Teleasistencia Domiciliaria – Cruz Roja Seccional Antioquía. Colombia.
- [3] Alan Steventon, Steve Wright, Intelligent Spaces: The Application of Pervasive ICT, Springer-Verlag (2010), ISBN 1846284295
- [4] Antonio Jesús Cruz Rodríguez Centro de Estudios Avanzados en Tecnologías de la Información y Comunicación (CEATIC) Universidad de Jaén.
- [5] Alex Hawkinson, Andrew Brooks, Jeff Hagins. (2012). The easiest way to turn your home into a smart home. Estados Unidos: <https://www.samsung.com/us/smart-home/smartthings/>
- [6] Horvilleur. Claudio M. (2013). Sun SPOTs: A Great Solution for Small Device Development. Estados Unidos: <http://www.oracle.com/technetwork/server-storage/ts-4868-1-159029.pdf>
- [7] SmartLabs en el mundo (2010). The European Network of Living Labs (ENoLL). Europa. <http://www.openlivinglabs.eu/node/1430>
- Koninklijke Philips. (2014). Descubre el extraordinario potencial de la luz para vidas más brillantes y un mundo mejor . Estados Unidos: <http://www.lighting.philips.com.co/inicio>.
- [8] Fundación Raspberry Pi. (2012). 50 of the most important Raspberry Pi Sensors and Components. Estados Unidos: <https://tutorials-raspberrypi.com/raspberry-pi-sensors-overview-50-important-components/>
- [9] Plactherm. (2015). España: <http://www.ticbeat.com/innovacion/puede-un-suelo-ser-inteligente-una-startup-espanola-cree-que-si/>
- [10] Nokia Health. (2016). Smart Body Analyzer (WS-50). Estados Unidos: <https://support.health.nokia.com/hc/en-us/categories/200118207-Smart-Body-Analyzer-WS-50->
- [11] Antonio Liñán Colina, Alvaro Vives, Antoine Bagula, Marco Zennaro and Ermanno Pietrosemoli (2015). IoT in 5 days.
- [12] Sánchez-Alcón José-Antonio, López-Santidrián Lourdes y Martínez José-Fernán (2015). Solución para garantizar la privacidad en internet de las cosas.
- [13] Sense. (2016). Mother the one simple way to. <https://sen.se/store/mother/>
- [14] Estimote. (2015). The Physical World. Software-defined. <https://estimote.com/>
- [15] Domboo. (2016). FIBARO Flood Sensor – Detector de inundación. Estados Unidos <https://domboo.es/producto/detector-de-inundacion-z-wave-de-fibaro-fgfs-101/>
- [16] Fibaro. (2017). Motion Sensor Motion, light and temperature sensor. Canadá. <https://www.fibaro.com/en/contact/>
- [17] LG WATCH URBANE. (2017). Reloj inteligente con sistema operativo Android Wear. España <http://www.lg.com/es/wearables/lg-LGW150-g-watch-urbane>
- [18] Sonos. (2015). Sonos One with Amazon Alexa. Estados Unidos. <https://www.sonos.com/en-us/home>
- [19] Smarthome Home Automation Superstore Home Automation Superstore. (2017). SM831 – DOOR/WINDOW SENSOR. Estados Unidos. <http://www.everspring.com/portfolio-item/sm831-door-window-sensor/>
- [20] Withings Pulse, análisis (2013). Withings Pulse, formato clásico de cuantificador. China. <https://www.xataka.com/analisis/withings-pulse-analysis>
- [21] Engadget. (2018). Logitech Harmony Ultimate Hub. Estados Unidos. <https://www.engadget.com/products/logitech/harmony/ultimate-hub/>
- [22] Sonos. (2015). Sonos One with Amazon Alexa. Estados Unidos. <https://www.sonos.com/en-us/home>
- [23] Know Your Thoughts. Be More. (2014). Stay Calm & Mindful with BrainLink. <http://o.macrotellect.com/#v2>
- [24] D-Link. (2015). DCS-5020L Wireless N Day & Night Pan/Tilt Cloud Camera. Estados Unidos. <http://www.dlinkla.com/dcs-5020l>
- [25] Trossen Robotics. (2016). Bioloid and Humanoid Robot Kits. Estados Unidos. <http://www.trossenrobotics.com/p/bioloid-premium-robot-kit.aspx>
- [26] Microdoft. (2016). Kinect para Xbox 1. Estados Unidos. <https://www.xbox.com/es-ES/xbox-one/accessories/kinect>
- [28] Ministerio de Salud y Protección Social. Preguntas y respuestas sobre la ley estatutaria. 2015, disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/ley-estatutaria-abc-jun-2014.pdf>
- [29] Ministerio de Salud – Cendex. Carga de Enfermedad Colombia. Resultados alcanzados Documento Técnico ASS/1502-08 Bogotá. 2008. Página 52
- [30] Aplicación de Fitbit (2016). La aplicación de actividad física para el ejercicio físico. España. <https://www.fitbit.com/es/app#>
- [31] Silver Fern (2016). Understand the patient’s self-management story. Drive optimal health outcomes.. Estados Unidos. <http://silverfernhealthcare.com>
- [32] Actiste (2017). Simplified treatment and monitoring. Estados Unidos. <http://actiste.com/>
- [33] Gran Poder Jesús, Vela Fernando (2015). Ceapat Centro de Referencia Estatal de Autonomía. España: Personal y Ayudas Técnicas. Proyectos del Ceapat. [http://www.ceapat.es/ceapat\\_01/index.htm](http://www.ceapat.es/ceapat_01/index.htm)
- [34] Dolors Solano (2017). Seniorlab. Barcelona: Les Rebaixes – Debat. <http://seniorlab.citilab.eu/>

- [35] Nugent Christophe, Bi Yaxin, Black Michaela, Bond Raymond (2016). Ulster University. Reino Unido. Research & Impact. <https://www.ulster.ac.uk/research/institutes/computerscience/groups/smart-environments>
- [36] Bidea Pinu, Orense Calle (2013). Matia Fundazioa. España: El proyecto Housgai, para el ensayo de nuevos modelos que permitan a las personas envejecer en su propio domicilio, culmina con la experiencia de un piso piloto en Sestao, <http://www.matiafundazioa.net/es/noticias/el-proyecto-housgai-para-el-ensayo-de-nuevosmodelos-que-permitan-las-personas-envejecer-en>
- [37] Arredondo Maria Teresa, Martín José Antonio (2014). Life Stech. Madrid: Smart House Living Lab. <http://www.lst.tfo.upm.es/research-areas/smart-infraestructure/smart-house-living-lab/>
- [38] Betancur Leonardo (2016). Universidad Pontificia Bolivariana UPB. Medellín (Colombia). Campus UPB se proyecta como ciudad inteligente. [https://www.upb.edu.co/es/noticia/red\\_inteligente](https://www.upb.edu.co/es/noticia/red_inteligente).
- [39] dispositivo de píldoras Simplemed (2014). PRODUCTOS. <http://iotworldonline.es/tensiometro-inalambrico-ios-android-withings-bp-801/>
- [40] AWS IoT Button (2017). Dash Button programable en la nube. <https://aws.amazon.com/es/iotbutton/>
- [41] Living Lab Social en Entornos Reales (Living Lab). (2015). <http://livinglabsocial.com/>
- [42] Towards a Health Innovation Alliance (HIA). (2012). SociaLL. <http://www.halmstadlivinglab.se/index.php?page=projects>
- [43] GRANT AGREEMENT - NUMBER — 734355 — REMIND - EUROPEAN COMMISSION Research Executive Agency Associated with document Ref. Ares(2016)6742027 - 01/12/2016
- [44] Toñi Aguilar Fernández, Alicia Carrillo Oya, Luisa Grande Gascón, Rosa Bonachela, Eduardo Romera, Lucía González. Modelo de Envejecimiento Digno y Positivo EDP, Fundación Ageing Lab, 2016
- [45] Rojas Molina Wilman, Vidal Romero Daver, Marta On Centeno, Arias Valverde Elihonay, Chavarría Díaz Silvia, Lopez Andrade Wendy, Villegas Navarro Henry, Quesada Bolaños Yorleny. Castro Sirias Marjorie SERVICIOS DE SALUD DE LA región huetar atlántica: atención integral, integrada, continuada, permanente con garantía de calidad, seguridad y sostenibilidad, 2016.
- [46] NEO GSM, el nuevo dispositivo de teleasistencia domiciliaria de Grupo Neat (2012), <https://bloggruponeat.com/2012/09/26/neo-gsm-el-nuevo-dispositivo-de-teleasistencia-domiciliaria-de-grupo-neat/>
- [47] Nemo, terminales de teleasistencia móvil con GPS, seguridad fuera del domicilio (2012), <https://bloggruponeat.com/2012/02/01/nemo-terminales-de-teleasistencia-movil-con-gps-seguridad-fuera-del-domicilio/>
- [48] videoteléfono ip cisco (2000), <https://www.efecto2000.es/prod/telefonos-ip/56875-grandstream-videoteléfono-ip-gxv3240-android-6947273701552.html>.
- [49] tablet samsung galaxy tab e 7.0" wifi blanco (2012). <https://simple.ripley.cl/tablet-samsung-galaxy-tab-e-70-wifi-blanco-t113-2000351505825p>
- [50] Professional kits (2015), [https://castleuniforms.com/access/professional\\_kits.htm](https://castleuniforms.com/access/professional_kits.htm)
- [51] Significado de Telefonía IP, Voz sobre IP (VOIP) y Centrales Telefónicas Virtuales (2013). <http://peru.centralvozip.com/significado-de-telefonía-ip-voz-sobre-ip-voip-y-centrales-telefonicas-virtuales/>
- [52] Living Lab Social en Entornos Reales (Living Lab) <http://livinglabsocial.com/>