

# APOYO AL ESTADO DEL ARTE DEL INTERNET DE LAS COSAS EN SALUD

## SUPPORT TO STATE OF THE ART ABOUT INTERNET OF THINGS IN HEALTH

Joseph Cera Cárdenas\*, Luis C. Martínez Otero\*, Julieth Rojas Blandón\*, Johanna Villaveces Santander\* & Paul Sanmartín Mendoza\*\*

joseph091, luiskmartinezotero, julieth\_1591, jmvs\_13 {[@hotmail.com](mailto:)} {[psanmartin@unisimonbolivar.edu.co](mailto:psanmartin@unisimonbolivar.edu.co)}  
*Universidad Simón Bolívar, Barranquilla-Colombia*

Fecha de recibido:

Fecha de aceptación:

**Resumen** | Internet de las Cosas (IOT, por sus siglas en inglés) consiste en que sensores y dispositivos se encuentren conectados a internet por medio de redes inalámbricas o alámbricas, en donde se conectarían más objetos que personas en tiempo real. El internet de las cosas es una gran evolución, que permitirá una mejor calidad de vida ya que este puede recopilar información que reunidos entre sí, se pueden convertir en información importante. La arquitectura en el Internet de las cosas está compuesta por varias capas las cuales son capa de borde, capa de acceso, capa middleware, capa de Internet, y capa de aplicación, que estas se diseñan de acuerdo a los requisitos en el área donde se aplique. El IOT en el área de la salud permitirá detectar enfermedades que algunas veces no se pueden identificar fácilmente, entonces por medio de micro-chips en las personas se detectara cualquier anomalía y esta información será enviada por medio de diferentes dispositivos a la persona que está encargada del cuidado del paciente y esta podrá tener un mejor seguimiento y control del paciente.

**Palabras clave:** | *Internet de las cosas (IOT), Internet en la salud, Tecnología de seguimiento de la salud.*

**Abstract** | Internet of things is that sensors and devices are connected to the Internet via wireless or wired networks, where objects would connect more than people in real time. The Internet of things is a big evolution, allowing a better quality of life as this may collect information gathered together, can become important information. The architecture in the Internet of things is composed of several layers which are edge layer, access layer, middleware layer, Internet, and application layer, these are designed according to the requirements in the area where applied. The Internet of things in the area of health will detect diseases that sometimes can't be easily identified, then through micro-chips in people any abnormality is detected and this information will be sent through different devices to the person which is in charge of patient care and this can have better patient monitoring and control.

**Key-words:** | *Internet of things (IOT), Internet in health, Technology of follow up of health.*



Para referenciar este artículo (IEEE):

[N] J. Cera, L. Martínez, J. Rojas, J. Villaveces & P. Sanmartín, "Apoyo al estado del arte del internet de las cosas en salud", *Investigación y Desarrollo en TIC*, vol. 6, no. 1, pp. 14-25, 2015.

### Artículo resultado de investigación formativa

\*Estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas.

\*\* *Tutor*, Profesor e investigador del grupo Innovación Tecnológica y Salud.

## I. INTRODUCCIÓN

En este documento se va a expresar el conocimiento adquirido del internet de las cosas dando en general como específico en el área de la salud. Se explicaran las capas del internet de las cosas de manera general y se hablara brevemente de algunas de las arquitecturas del IOT en la salud basados en aplicaciones móviles; también se darán algunos ejemplos de aplicaciones actuales de IOT en la salud.

## II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### A. Internet de las cosas

Para poder hablar acerca del internet de las cosas es necesario definir algunos conceptos básicos inmersos en el IOT, para entender a cabalidad lo que se quiere decir aquí. Las cosas u objetos son los actuadores que poseen sensores.

Según Ramos, Pérez & Jorquera [1], el IEEE 1451.2 un transductor inteligente es aquél que proporciona más funciones de las necesarias para generar una correcta representación de la variable monitorizada, dichas funcionalidades típicamente están orientadas a facilitar la integración del transductor con las aplicaciones del entorno de red. La definición que se aporta para el término sensor inteligente es: "La versión en sensor de un transductor inteligente". Se desprende pues que un sensor inteligente añade valor a los datos para dar soporte a la toma de decisiones y al procesamiento distribuido. Los ambientes inteligentes representan el nuevo paso en la evolución en la automatización de los sistemas industriales, domésticos, de transporte y de la construcción. Al igual que un organismo sensitivo, un entorno inteligente confía en los datos sensoriales obtenidos del mundo real. Los datos sensoriales provienen de múltiples sensores, de múltiples propósitos distribuidos por múltiples localizaciones. Los ambientes inteligentes necesitan tanto la información del entorno que les rodea como la información de su propio funcionamiento. En la figura 1 se puede observar la estructura básica de un sensor inalámbrico inteligente.

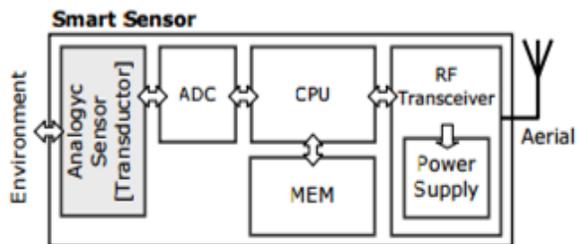


Figura 1. Sensor inalámbrico [1]

De acuerdo a Cama, De la Hoz & Cama [2] el Internet de las cosas (IOT) percibe un mundo donde los dispositivos que lo conforman pueden ser identificados en el Internet y está creciendo a un ritmo acelerado con nuevos dispositivos que

se van conectando. En la actualidad no existe una definición estándar para la arquitectura del internet de las cosas, esto es un modelo que abarca a las tecnologías de comunicación inalámbricas como las redes de sensores inalámbricos, redes móviles y actuadores con cada uno de los elementos denominados "objetos o cosa y con una dirección única, el Internet de las cosas encierra casi todos los nodos o elementos que puedan tener conectividad,

El internet de las cosas crece y escala gracias a la tecnología inalámbrica o redes inalámbricas de sensores (WSN) jugando papel importante en la comunicación de todas las redes es decir en la ubicuidad de estas.

Domo Desk [3] define el IOT como la unión a través del internet de una "red" que aloja una diferentes objetos de la vida cotidiana, en otras palabras, por medio del IOT se puede tener conectados los objetos ya sean vehículos, electrodomésticos, dispositivos mecánicos, o simplemente objetos tales como calzado, muebles, maletas, dispositivos de medición, bio-sensores, o cualquier otro objeto.



Figura 2. Internet de las cosas [4]

Un claro ejemplo de los beneficios del IOT sería, si los refrigeradores, la paquetería, partes automotrices, u otros objetos estuvieran conectados a Internet y equipados con dispositivos de identificación, de esa manera se conocería exactamente la ubicación, cómo se consumen y compran productos en todo el mundo, el extravío sería cosa del pasado y se sabría qué está encendido o apagado en todo momento. Se tendría un conocimiento de las actividades de todos los dispositivos que implementen esta tecnología.

La implementación de internet de las cosas llevará a pensar en un nuevo mundo, un mundo "inteligente" en la que los teléfonos móviles abren y cierran puertas, los sensores detectan fugas en las cañerías de agua o daños en los hogares y las vallas publicitarias cambian sus anuncios según el perfil de consumidor de las personas que pasan [5].

El internet de las cosas permitirá una mejor calidad de vida ya que tiene la capacidad de recopilar, analizar dichos datos que reunidos entre si se pueden convertir en información importante y conocimiento, es por eso de que el internet de las cosas será una gran evolución de Internet [6].

## B. Arquitectura del internet de las cosas

De manera general el internet de las cosas está compuesto por diferentes capas, las cuales se diseñan para satisfacer unos requisitos que son diferentes según el área para las que se aplique, en este caso el área de la salud.

A continuación en la figura 3 se puede apreciar la estructura que se propone para el internet de las cosas [7].

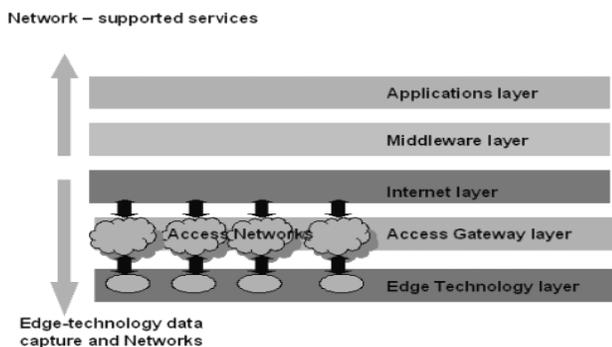


Figura 3. Arquitectura del Internet de las Cosas [7]

- **Capa de Borde o Edgelayer:** Esta es una capa de hardware, la cual está formada por diferentes tipos de lectores tales como sistemas integrados redes de sensores o etiquetas RFID (*Radio Frequency IDentification* - Identificación por Radio Frecuencias), cabe aclarar que algunos de estos componentes de hardware tienen capacidad de identificación, de procesamiento de datos y de almacenamiento.
- **Capa de Acceso o Access Gateway Layer:** Esta segunda capa se encarga de la primera parte del manejo y/o del tratamiento de los datos leídos por la capa anterior; esta capa tiene tareas como el enrutar los mensajes y si es necesario se encarga de la comunicación cruzada entre plataformas.
- **Capa de internet o Internet Layer:** Es la encargada de la interconexión entre las todas las capas y, es la herramienta que permite el envío de los paquetes.
- **Capa Middleware o Middleware Layer:** esta para es considerada de las más importantes puesto que trabaja de forma bidireccional.

Para definir más exacta esta capa hay que saber que un Middleware es un software que actúa como un puente entre un sistema operativo, base de datos o aplicaciones, especialmente en una red.

Esta capa actúa como interfaz entre la primera capa definida y la capa de la que se hablara próximamente; esta capa es la responsable de funciones de gestión (tanto de información como de dispositivos), del filtrado y agregación de datos, control de acceso entre otras.

- **Capa de Aplicación o Application Layer:** Si se organiza en las capas definidas en una pila, esta capa se encontraría en la parte superior, puesto que esta es la capa con la que interactúan los usuarios de forma directa.

Esta capa es la encargada de proveer de forma eficiente las aplicaciones a él/los usuarios que posean el dispositivo que tenga internet de las cosas.

García [7] representa una arquitectura de capas genérica. La arquitectura está dividida en dos por una capa de Internet (capa de red) entre las dos partes la capa de red.

En resumen las dos capas inferiores realizan la captura de datos, las dos superiores hacen uso de los datos capturados para las aplicaciones y la de red es el puente de comunicación.

## C. Internet de la salud

El internet de las cosas en el área de la salud servirá para llevar un control constante del funcionamiento del cuerpo humano, esto es muy útil debido a que hay muchas enfermedades en que los síntomas no son visibles, algunas otras en la que un diagnóstico temprano puede permitir hallar una cura o implementar un tratamiento que ayude a controlar o mitigar los síntomas y también sería útil para la prevención de las enfermedades silenciosas que pueden resultar ser mortales.

Sería como tener un termostato corporal, el cual en el momento en que detecta un problema da un mensaje de alerta para avisar de la anomalía, o incluso en algunos casos, desencadenaría el suministro de una dosis medicinal.

El internet de las cosas aplicado en el área de la salud permitirá que todos los seres humanos independientemente de su clase social, religión o forma de vida, puedan utilizarlo ya que será accesible.

En la actualidad hay muchos ejemplos de artefactos que hacen uso de internet de las cosas en el área de la salud, tales como:

Por ejemplo una pegatina que se adhiere al pecho para evitar ataques al corazón, la cual se encarga de informar de cualquier anomalía o alteración en los latidos del corazón y/o de la presión arterial.

Esta pegatina realiza un trabajo de monitoreo de la actividad del corazón y mide los niveles de fluidos que están en el pecho; cabe aclarar que para el óptimo funcionamiento de la pegatina, esta se debe reemplazar semanalmente para que el seguimiento de resultados reales y el monitoreo se realice eficientemente por medio de WiFi.

Otro ejemplo se encontró en la empresa *STAR Analytical Services*, la cual pretende desarrollar una aplicación que

analiza los datos de un paciente a través de su teléfono móvil. El sonido concreto de una tos puede facilitar que un médico de un diagnóstico de forma remota desde un resfriado hasta una neumonía; Para ello, se compararía el sonido con una base de datos.

Otro ejemplo sería, que los médicos puedan controlar las condiciones de la salud de sus pacientes mediante diferentes dispositivos, que estarán instalados en su casa o en el paciente mismo, lo que le permite al médico estar informado de cada detalle que se presente en el paciente lo que hace que ya el paciente no tenga que ir muy seguido al hospital.

En Pang [8] se expresa que cualquier tipo de desarrollo ya sea tecnológico, económico, cultural o social tiene como objetivo un mejoramiento de la salud y el bienestar humano. partiendo de la frase anterior se puede decir que es ahí donde viene a tomar parte el Internet de las cosas en el área de la salud, puesto que este es un desarrollo tecnológico que busca nuevos métodos y artefactos que mejoren las técnicas de diagnóstico de enfermedades y el tratamiento de las mismas; además de que el impacto causado por la IOT para la vida humana es y será igual o mayor que el impacto que Internet ha causado en las últimas décadas, por esa misma razón el IOT es reconocido como "la próxima de internet".

Pang [8] dice que el sistema de salud futuro debe organizarse en una estructura en capas, por ejemplo podría realizarse de menor a mayor que comprende desde el hogar y la comunidad hasta la capa hospitalario personal, teniendo en cuenta que entre más inferior es la capa tendrá menor intensidad de trabajo y costo operativo, una mayor frecuencia de uso para la enfermedad crónica, y menor frecuencia de uso para la enfermedad aguda, esto hace que el servicio del cuidado de la salud en el hogar habilitado por la tecnología de la denominada Salud-IOT sea prometedor para la industria de la salud tradicional y la industria de las TIC.

Con las definiciones y todo lo que se ha dicho anteriormente se ve que el internet de las cosas en el área de la salud ya tiene sus inicios, la salud - IOT, sin duda generara un gran impacto ante la sociedad por su crecimiento, ya que por medio de este se beneficiaran muchos, lo que hará que la calidad de vida mejore para millones de personas, las cuales podrán acceder a este servicio; desde los más pequeños hasta los de tercera edad, a su vez este busca ser ecológico para así ayudar en parte al planeta reduciendo las emisiones de dióxido de carbono (CO2).

#### **D. Tipos de arquitectura del internet de las cosas en la salud**

Para este documento se ha centrado en tres de las tecnologías disponibles para la transferencia de datos, en la comunicación móvil, SMS, GPRS y ADSL Wi-Fi.

Para especificar los tipos de arquitectura se tiene un usuario, este puede tener cualquier tipo de salud y cualquier dispositivo habilitado con Bluetooth, Wi-Fi, NFC, RFID u otro tipo de tecnología que permite el registro de datos y comunicación con un teléfono móvil o un PC. Partiendo de la transferencia de datos surgen tres arquitecturas, que se describen a continuación.

En la arquitectura mostrada en la figura 4, una aplicación móvil envía los datos a un servicio Web utilizando uno o más mensajes. El servidor de mensajes los recibe a través del proveedor de telecomunicaciones móviles y luego transforma su contenido a una solicitud para el servicio web [9].

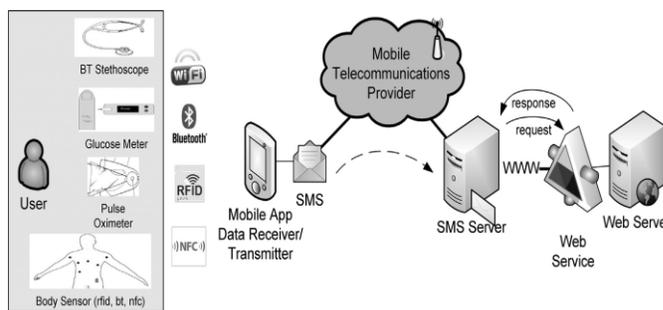


Figura 4. Arquitectura de transferencia basada en SMS [9]

En la figura 5 la aplicación móvil está conectada a internet a través de su proveedor de comunicaciones móvil, utilizando la tecnología Servicio General de Paquetes Vía Radio (GPRS, por sus siglas en inglés). Luego de establecer la conexión, la aplicación envía los datos directamente al servicio web [9].

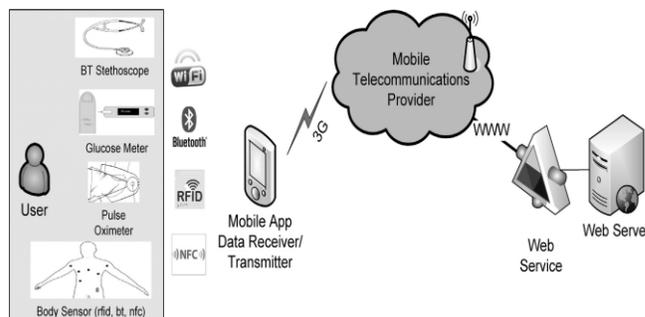


Figura 5. Arquitectura de transferencia basada en 3G/GPRS. [9]

En la figura 6 se contempla la aplicación móvil que utiliza la conexión ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line - Línea de abonado digital asimétrica) a Internet establecida. Los datos se envían al router inalámbrico utilizando tecnología Wi-Fi y luego se envían al servicio web a través del proveedor de Internet ADSL.



Figura 6. Arquitectura de transferencia basada en Wi-Fi / ADSL [9]

Berhanu, Ab-ie & Hamdi [10] realizan un proceso de una arquitectura de banco de pruebas para WBANs para aplicaciones de la salud. En donde WANBs (red de área corporal) es una red que está diseñada en dispositivos de baja potencia incorporados en el cuerpo, a través de los cuales se controlan los movimientos del cuerpo y sus parámetros vitales, que a su vez estos estarán conectados a una red inalámbrica para poder transmitir los datos a una estación base y esos datos se envían en tiempo real al hospital y clínicas. Para este desarrollo se realizara una configuración de ambiente experimental, es decir, que los algoritmos adaptativos y protocolos de desarrollo que estos tienen sean evaluados con precisión para así determinar el proceso que se va a llevar a cabo. Para esto, se buscaran aquellos bancos de pruebas que ya se han desarrollado para estudiarlos y poder así realizar los requisitos claves, el diseño y la arquitectura del banco de pruebas que este realizara.

El diseño de la arquitectura de este llamada ASSET consiste en tener un solo PC con plataformas de sensores heterogéneas y cualquier clase de sensores, para esto se tiene seis chimmer nodos, tres (3) nodos Raspearry PI, dos (2) nodos wizzimotes y un nodo Telosb/T- moteSky, tres (3) portátiles y teléfonos inteligentes. los cuáles serán los encargados de recoger toda la información que contienen los nodos sensores ya que estos teléfonos actúan como concentrador de nodos, y Para la comunicación de los mini-pc con los nodo sensores requiere de un medio que sirva como puente para llegar a la comunicación de los dos, en este caso serán los teléfonos inteligentes pues estos por medio del *bluetooth* servirán, sencillamente hay dos maneras, la primera es desde el nodo shimmer que ya está disponible y solo requiere para su instalación la red de comunicación inalámbrica y los nodos RPI, los cuales siempre permanecen estáticos y por último la tableta que se usara con el fin de almacenar y analizar la información además de la sanidad de estas aplicaciones.

Claramente, es posible entender este diseño de arquitectura de pruebas por medio de la figura 7 [10].

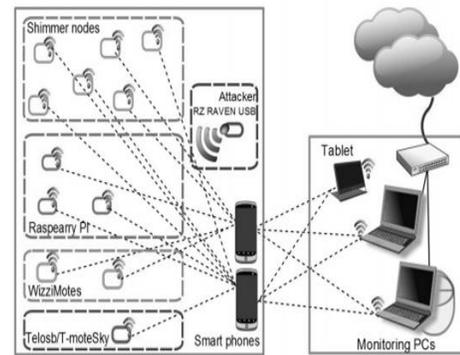


Figura 7. ASSET [10]

### E. Tipos de arquitectura del internet de las cosas en la salud

Las tecnologías de RFID (Identificación por Radiofrecuencia) y ZigBee, además de la computación en nube pueden ser utilizadas para reducir los tiempos de trabajo y de costes a través de la conexión de dispositivos inteligentes a Internet. Su gran variedad de aplicaciones las vuelve atractivas para ser manipuladas en entornos de atención médica [11], de tal forma que permita crear sistemas de seguimiento y control de pacientes en hospitales y clínicas, que faciliten la toma de decisiones del personal médico y administrativo.

ZigBee es una red de comunicación de sensores inalámbricos, la cual permite trabajar a una distancia corta siendo realmente larga la distancia, además proporciona bajo consumo de energía haciendo que la batería sea más duradera, es decir, que su bajo consumo de energía permite que su tiempo de vida sea más largo (funcione más años) y con una velocidad baja. ZigBee ayuda en gran parte a las personas, ya que funciona con la teledetección mejorando así la tecnología estructural de cableado.

ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4, que se utiliza para la comunicación de datos de dos a muchos dispositivos de consumo conectados entre sí, en donde estos generalmente son aparatos industriales, además que este sirve para aplicaciones inalámbrica de área personal.

*Radio-Frequency Identification* (RFID) es una tecnología que sirve para la identificación automática, el cual este se utiliza para la captura de datos por medio de dispositivos electrónicos, esta tecnología permite identificar y localizar objetos, debido a que es un lector de etiquetas las cuales llevan datos internamente, que a su vez son consultados en la base de datos y así sirven para identificar un objeto que la contiene. Estas etiquetas tienen incorporado un microchip el cual va almacenando la información que es leída, esta información es única, es por eso que este tiene una identificación única ID y luego es almacenada en la memoria RFID, estas etiquetas son de diferente tamaño de acuerdo al sistema. Luego el RFID se incorpora al objeto que se quiere

identificar y localizar, es por esto que en el área de la salud sería de gran interés porque lo que se quiere es que un paciente o trabajador se le siga un seguimiento y control para tener una mejor atención.

Entonces el RFID y ZigBee son una gran evolución para el área de la salud, porque permiten que de dos a muchos dispositivos estén conectados de forma inalámbrica a una red para localizar e identificar un objeto, es por eso que cuando los dos funcionan unidos se convierten en internet de las cosas en el área de la salud.

Ghose, Sinha, Bhaumik, Sinha, Agrawal y Choudhury [12] se tiene un sistema de control para personas de tercera edad y personas con un estado crónico, ya que con este sistema se pretende generar un mayor control en el seguimiento de estos, debido a que si se hace un seguimiento de forma manual no hay un control preciso y óptimo en los cuidados que se deben tener con una persona de tercera edad y aquellos que tienen un estado crónico, para esto este sistema está compuesto por subsistemas perfectamente combinados para trabajar de manera organizada y así ser eficiente.

El smartphone incorporado en este sistema se caracteriza por tener múltiples funciones, tales como, monitorear las actividades que el paciente realiza y el número de pasos que determina su localización, además de que con los pasos que este hace para caminar, también se determina las calorías de este paciente y con la cámara de este smartphone se determina la presión arterial y ritmo cardíaco del paciente.

El Kinect, es un sistema sensorial que permite ver que hace el paciente, este sistema está dentro de la periferia de su visión. Realizando el paciente actividades como leer, dormir, estado de posición del cuerpo. El Kinect viene con una interfaz USB, un equipo de computación y una antena WI-FI que permite enviar los datos a un servidor llamado back-end.

La detección social, es un sistema sensorial, es decir, una aplicación que sirve para detectar los datos que el paciente que recibe y emite en su red social, de manera que este los analiza para saber en qué estado se encuentra el paciente y que por obligación el paciente tiene que aceptar la aplicación, porque no hay otra manera para que este pueda acceder a su red social. Con este sistema se busca determinar la salud mental del paciente, este es una gran forma de saber en qué estado se encuentra.

El servidor *back-end*, este es el servidor en el cual se van a almacenar los datos, para luego ser analizados y determinar un pronóstico acerca del paciente. Este servidor implementa el estándar OGC el cual determina las normas por las cuales deben ser analizados los datos, este permite generar alertas sobre alguna anomalía que el paciente tenga, para así enviar una notificación por el servidor

directamente a los médicos, para que estos estén pendiente de cada detalle del paciente, esto permite una mejor calidad de vida para los pacientes ya que serán atendidos de la mejor manera posible.

### ***F. Tecnología de seguimiento de la salud en la infancia***

En Toscos, Connelly & Rogers [13] se habla de cómo es afectada la relación entre padre e hijos debido al cuidado de los niños por medio de la tecnología de vigilancia BMG (monitoreo de glucosa en la sangre). Se presentan algunas sugerencias de cómo utilizar estas tecnologías sin que se vean afectadas estas relaciones. La tecnología utilizada en el monitoreo de la salud de los niños tiene muchas ventajas en cuanto al estado de ellos y lo que están realizando en el momento, ya que proporcionaría de manera virtual toda esta información. Por ejemplo ¿que están comiendo?, ¿cuánto gastaron?, etc. No obstante el mal uso de esta tecnología puede generar conflictos al estar sobrepasando los límites de privacidad. Estas nuevas tecnologías se están investigando con el fin de determinar la raíz del problema, un caso particular en el cual se hace el análisis es en un niño con Diabetes Tipo 1 (DM1) y la relación con sus padres. Este monitoreo es fundamental para el mantenimiento de la salud de los niños con diabetes, los estudios se han venido realizando en diferentes rangos de edades con tal de reducir las respuestas emocionales negativas por el seguimiento realizado tanto a los niños y adolescentes, La idea es obtener los resultados esperados, y recoger toda la información necesaria sin afectar esta relación.

Un estudio revela que la diabetes es una de las enfermedades crónicas infantiles más comunes con más de 15 mil jóvenes diagnosticados en el año, debido a lo complejo de la enfermedad y los controles que se debe tener con esta, el BMG es de gran ayuda para que los padres sepan a qué se enfrentan y el cuidado que se debe tener. Dentro de los estudios realizados se ha estado implementando entrevistas en familias con niños y jóvenes en tres rangos de edades de 8 a 11, de 12 a 15 y 16 a 19, con el objetivo de ver si estas tecnologías aportan bastante o restan la ayuda de los padres durante la diabetes tipo 1, además se miran otros puntos como las relaciones de los padres, el nivel de estudio, etc.

Otro procedimiento utilizado son las entrevistas a niños de 10 años de edad o mayores para así ver la perspectiva de cada uno y sus reflexiones, a ellos se les estimula con ciertos videos para que vean la importancia de la utilización de tecnología con la cual obtendrían lecturas de la glucosa en la sangre. Luego de este estudio se quiere lograr el uso de estas tecnologías el Sistema Automatizado de Gestión de la Diabetes ADMS que consta de dos componentes: *GluCOMON* y *GlucoDYNAMIX* tecnologías inalámbricas que van de la

mano al glucómetro lo que permite luego de un acoplamiento entre estos generar alertas en tiempo real sobre los niveles de BG o glucosa en la sangre, se generan unos informes en formato PDF con el detalle de los resultados siendo esto una herramienta de gran importancia para estos monitoreos.

### **G. Una solución basada en el internet de las cosas**

En Bui & Zorzi [14] se propone como un marco de comunicación el internet de las cosas el cual facilita el uso de aplicaciones para el cuidado de la salud.

A partir de los años 90 con el fenómeno del internet surge las tecnologías de comunicación de baja potencia, el internet en las cosas y también las soluciones electrónicas que sirven de avances para el cuidado de la salud, con estos avances e innovaciones como este marco de comunicación se lograría satisfacer muchas necesidades desde el punto de vista de la salud, a partir de algunas unificaciones con los prototipos de sensores médicos inalámbricos (TIER1) así como las bases de datos de registros de atención de salud electrónico.

Existen diversas colecciones de sistemas electrónicos que han sido objetos de avances en lo que respecta a la salud gracias al internet en las cosas, como algunos modelos unificados Electronic Health Care Record (EHCR), que muestra la información de un individuo o poblaciones, así como sensores portátiles corporales para análisis y diagnósticos.

Con el surgimiento de estas tecnologías habrán nuevas formas de cuidado de la salud apoyados en servicios prestados por el internet en la nube, como los sensores mencionados al inicio (TIER1), aplicaciones personales que se ejecutan en dispositivos inteligentes (SMARTPHONE) y servidores de servicio médico distribuidos en la internet.

En la figura 1 del artículo se detalla cómo se envía y obtiene información hacia y desde un paciente por medio de la red de área corporal inalámbrica (WBAN), que funciona con una wireless/ red de área local (W/LAN) e internet. Se propone como a la internet de las cosas se le puede sacar gran provecho realizando controles a un paciente, con Diabetes al cual se le implanta un sistema de sensores corporales llamados iDiab1, el cual mide constantemente los niveles de azúcar, toda esta información es reconocida por el iDiab1 y es enviada a su Zphone que se puede conectar a cualquier interfaz de red inalámbrica y posteriormente le indica que pasos seguir de acuerdo a la situación, incluso con todo este sistema se logra alertar al personal médico sobre qué tan crítica es la situación de un paciente hasta el punto que se puede enviar una ambulancia luego de tener toda la información.

### **H. Internet cooperativa de las cosas para la atención de salud rural**

#### **1. Monitoreo y control**

El IOT (Internet de las Cosas) actualmente permite manejar la información acerca de un objeto o persona etiquetado por medio del internet o una base de datos. En este documento se plantea el uso de IOT con un enfoque cooperativo para lograr un mejor seguimiento y control de los parámetros de salud del ser humano rural y pobre, tales como: la presión sanguínea (BP), la hemoglobina (HB), nivel de azúcar en la sangre, el crecimiento celular anormal en cualquier parte del cuerpo, entre otros.

Rohokale, Prasad y Prasad [15] declara que según un informe de la UNICEF 2003-2008 la tasa de mortalidad relacionadas con el embarazo ya sea durante el proceso de gestación o hasta 42 días después de la terminación del embarazo es del 2,5% y que en su mayoría son mujeres que habitan en zonas rurales debido a que estas tienden a ignorar sus problemas de salud debido a la pobreza o a la falta de conciencia de dichos problemas.

Las mujeres de cualquier parte del mundo pueden desarrollar problemas, pero las mujeres de países subdesarrollados son mucho menos propensas a recibir tratamiento adecuado del sistema, y por lo tanto, más probabilidades de morir. La OMS (organización mundial de la salud) y UNICEF señalan que cada año 585.000 mujeres mueren de causas relacionadas con el embarazo y el parto, Esto llevo a estudiar a África donde se estima que en algunos países 1 de cada 7 mujeres muere por complicaciones del embarazo o el parto.

IOT es compatible con muchos dispositivos y sensores como cámaras, micrófonos, comunicaciones de campo cercano (NFC), Bluetooth, etc. El componente principal de la IOT es el sistema de RFID, el cual puede identificar automáticamente el movimiento de entidades.

IOT es muy útil, no solo aplicado a la informática sino también a la Fabricación, Logística, Comercio minorista, energía y servicios públicos, Sistema Inteligente de Transporte, Medio Ambiente, Monitoreo, Gestión de Desastres, Salud, Hogar, gestión y seguimiento, etc.

El artículo define un modelo cooperativo de IOT en el cual una persona registrada en el centro de salud rural (RHC) usará un sensor RFID (Aunque los que posean el sensor son analfabetas), esto permitirá que cualquier cambio en los parámetros normales se informará al paciente así como al médico en el RHC. Entonces, el personal de RHC será capaz de llegar al centro médico de la emergencia al igual que el paciente.

Esa propuesta puede definitivamente reducir la tasa de mortalidad en las zonas rurales de países en desarrollo, pues la conexión a internet hace más efectivo el proceso de atención y en caso de que no haya Internet, la instalación de la red móvil podría utilizarse para transmitir la información rápidamente, la siguiente figura muestra el mapa de la propuesta.

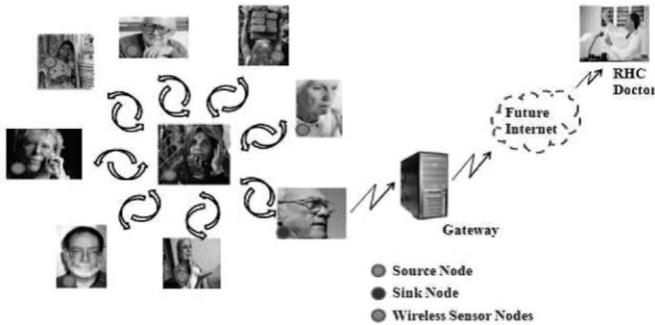


Figura 8. Mapa propuesta de control [15]

## 2. Corrector de medicamentos con IOT

Jara, Alcolea, Zamora & Gómez [16] declara que en muchos hospitales ha habido y otros problemas graves que son causadas por errores clínicos y la negligencia de parte del personal médico.

El error más común es la Reacción Adversa Medicamentos (RAM), ese tipo de errores prolongan la estancia hospitalaria, pueden aumentar los costos de atención e incluso duplicar el riesgo de la muerte de un paciente que llega al hospital con pocos riesgos de morir.

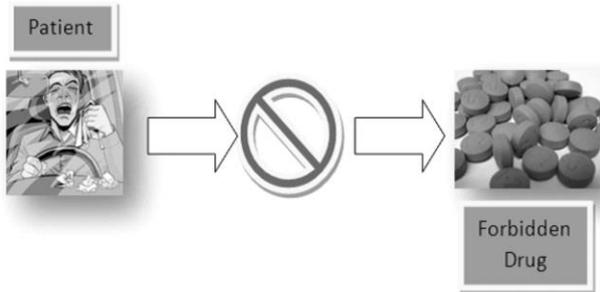


Figura 9. Reacción de medicamentos [16]

Este error no solo se presenta al darle un medicamento al que el paciente es alérgico sino también por errores en la dosis. La conversión entre proporciones, porcentajes, unidades internacionales, los lunares, microgramos y miligramos puede influir en esas equivocaciones ya que es muy confuso realizar las conversiones y encontrar un resultado concreto.

Por medio de esta imagen se da a conocer como es el modelo de IOT aplicado en el servicio médico inteligente.

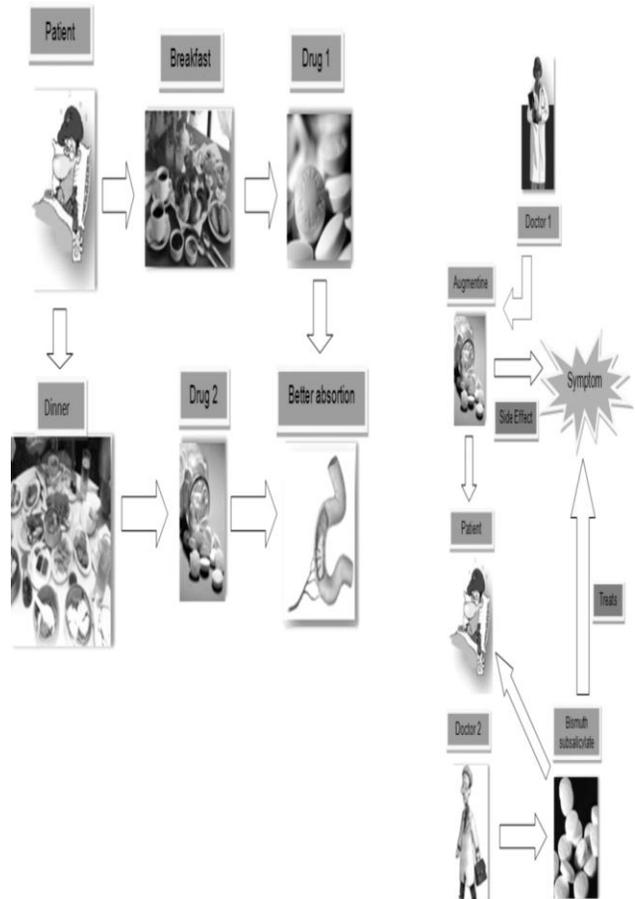


Figura 10. Proceso atención médica [16]

Jara, Alcolea, Zamora & Gómez [16] por ejemplo, epinefrina, lidocaína, heparina y cloruro de potasio se asocian con frecuencia a errores de drogas, puede ser una coincidencia que la fuerza de éstos soluciones de drogas se expresan típicamente en proporciones, porcentajes, unidades internacionales y milésima de moles, respectivamente.

Por esta razón, se ha propuesto un corrector de medicamentos usando Internet de las cosas y un sistema basado en el conocimiento para comprobar dosis, detectar ADR y las interacciones medicamentosas.

La solución que se describe en el artículo comprende un sistema personal para comprobar que tan idóneos son para el paciente los fármacos basados en los dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, dispositivos PDA o portátiles.

Para el cumplimiento de este proceso un dispositivo móvil identifica el medicamento a través de la tecnología NFC (*Near Field Comunicación*) o código de barras, de esta manera se evaluara la compatibilidad de la droga con el perfil del paciente y se comprueba con el sistema de información inteligente (PIIS) de para detectar si el producto es adecuado de acuerdo con el perfil de la alergia y el historial médico del paciente (una historia Clínica Electrónica).

Este proyecto a su vez proporciona atención médica eficaz y adecuada con la ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Internet de las cosas, gestión de sensores y dispositivos inteligentes. Las siguientes imágenes nos resumen el proceso descrito anteriormente.

### 3. Protocolo de aplicaciones adaptadas a la conciencia de la salud para el servicio inteligente en salud

Mun Lee & Ouyang [17] trata de aplicar nuevos modelos inteligentes de salud para que sea mejor la manera de evaluar a los pacientes es por esto que, UHD es un modelo en donde se evalúan los datos del paciente de manera inmediata y mucho más precisa, lo que no ocurría antes de que se introdujera el IOT a los servicios de salud debido a anteriormente los modelos inteligentes como U-Health lo que se implementaba era, tomar los datos del paciente para luego enviarlos a un servidor para que el médico que tenía el seguimiento con el paciente, lograra retroalimentarse acerca de la situación del paciente. Ahora con este nuevo modelo inteligente lo que busca es informar al paciente como es su estado de salud con respecto, a los factores de riesgo que pueda tener, esto se realiza por medio de un dispositivo el cual obtiene información del paciente y procede a dar una evaluación mucho más completa que la evaluación básica que se viene haciendo y en tiempo real. Todo esto permite que se pueda detectar de manera rápida el estado de salud del paciente ya que evalúa los 5 factores de riesgo que hay, los cuales son: glucosa, presión arterial, obesidad, triglicéridos, colesterol y si el paciente tiene muy alto los valores, de los que deberían ser de acuerdo al valor estándar, se considera que el paciente posee el síndrome metabólico.

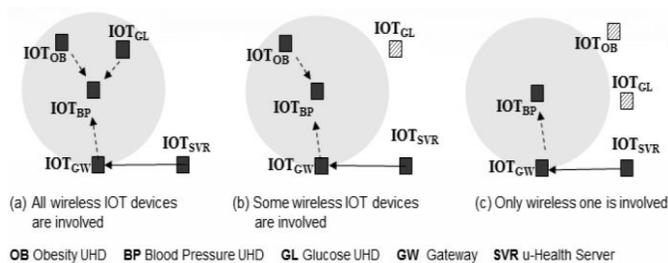


Figura 11. Servicio inteligente en salud [17]

### 4. 4G Salud-La Evolución a Largo Plazo de la M-Health

Istepanaian & Zhang [18], aseveran que los últimos años se introdujo el concepto de *M-Health* que significa informática móvil, sensor médica y tecnologías de la comunicación para la salud como se muestra en la figura 12.



Figura 12. M-Health [18]

El *M-Health* muestra todos aquellos avances tecnológicos que se implementan en los sistemas de salud.

Dentro de aquellos avances se encuentra la tecnología de cuarta generación 4G de sistemas de comunicación móviles, la cual es una importante evolución ya que esta contara con nuevos servicios y modelos los cuales serán compatibles con los sistemas y servicios de salud de *M-Health* y es por eso que surge un nuevo concepto llamado *health 4G* que significa la evolución de *M-Health* a largo plazo con servicios médicos personalizados con la compatibilidad de la tecnología de 4G. *Health 4G* como se muestra en la figura 13 está compuesta por cuatro elementos como los servicios y aplicaciones futuras, el segundo elemento son las nuevas redes de acceso móvil, conectividad del sensor con IOT y sistemas de comunicación, el tercer elemento consiste en modelos de negocio teniendo en cuenta el bajo consumo de energía para mantener el ecosistema y el último elemento es la personalización la cual establece nuevos protocolos para saber de qué enfermedad se trata y que medicamentos se le deben dar al paciente.

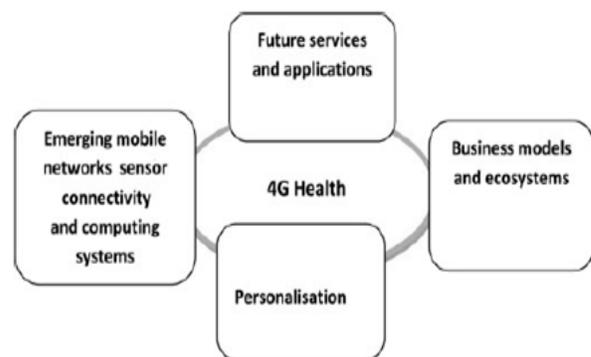


Figura 13. 4G [18]

Este nuevo concepto *Health 4G* es muy importante en la salud ya que por medio de esos avances tecnológicos la salud contara con mejores sistemas y servicios de salud lo

cual ayudara a que la calidad de vida sea mejor para los pacientes.

## 5. Redes de sensores inalámbricos para la salud : Un estudio

Alemdar & Ersoy [19] aseveran que debido a que la población de ancianos, niños y enfermos crónicos ha crecido se hace necesario mejorar la prestación sanitaria por las condiciones que cada uno posee, por todo esto es que se implementan las tecnologías de sensores inalámbricos ya que estas ayudan a mejorar la calidad de vida de ellos porque ayudan a detectar lo que el paciente tiene, por eso se piensa en una aplicación que tenga este tipo de tecnología para que el paciente este en constante monitoreo, lo que ayuda a detectar una emergencia o enfermedades que este tenga y también para facilitarle al cuidador su trabajo.

## 6. Hacia las métricas que impulsan la gestión de la seguridad de adaptación en las aplicaciones de sanidad electrónica (E-Health) en la internet de las cosas (IOT).

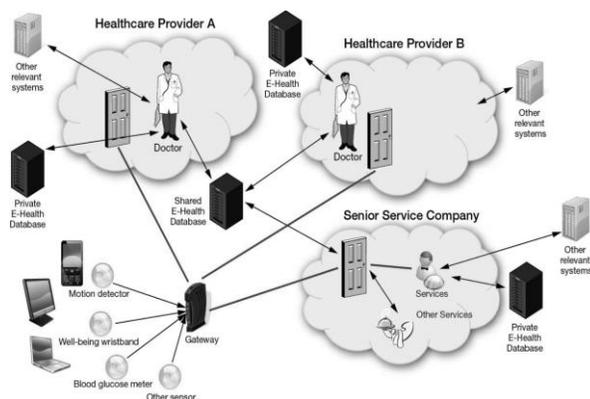


Figura 14. El uso de la IOT en el autocuidado de las enfermedades crónicas y servicios de alto nivel. [20]

Las aplicaciones de sanidad electrónica (*E-Health*) que utilizan la tecnología de las IOT (internet de las cosas) tienen una promesa significativa: Las redes de sensores biomédicos y la interpretación adecuada de los datos procedentes de ellas permitirá un mejor autocuidado de las enfermedades crónicas y generaran ahorros notables en los presupuestos nacionales para el cuidado de la salud [20]. Sin embargo existe algo clave dentro de esto y es la seguridad ya que se requieren altos requerimientos de privacidad y confidencialidad de estos datos o información. Soluciones de gestión de la seguridad de adaptación, basadas en efectividad de la seguridad, exactitud y pruebas de eficiencia, se pueden utilizar para responder a estas necesidades. Se Analizan los objetivos de seguridad de las aplicaciones de sanidad electrónica (*E-Health*) y sus necesidades de toma de decisiones de seguridad adaptativa, y proponen un mecanismo de gestión de la seguridad adaptativa de alto nivel basado en métricas de seguridad para hacer frente a los desafíos.

Savola, Abiey & Sihvonen [20] han discutido las necesidades de gestión de la seguridad adaptativa y soluciones iniciales para aplicaciones de sanidad electrónica (*E-Health*) especialmente para el tratamiento de las enfermedades crónicas y el bienestar de las personas mayores. Es necesaria la administración de seguridad adaptativa especialmente para el establecimiento de los requisitos de seguridad suficientes y para hacer cumplir los controles de seguridad. La seguridad adaptativa de toma de decisiones informada se basa en la eficacia de la seguridad adecuada, correcciones y pruebas de eficiencia que ofrecen métricas de seguridad, el papel de la autenticación y la eficacia de autorización, así como la evidencia de la confidencialidad.

¿Cómo la tecnología del internet de las cosas mejora las operaciones de respuesta de emergencia?

El Internet de las Cosas (IOT) es un paradigma que conecta una variedad de cosas u objetos a Internet mediante el uso de tecnologías inalámbricas/cableadas para alcanzar los objetivos deseados [21-24]. Se puede notar el gran despliegue de una nueva generación de objetos inteligentes en red con capacidades de comunicación, sensoriales y de acción para numerosas aplicaciones.

Este artículo presenta la tecnología de las IOT para su uso en la gestión de emergencias de la comunidad. El documento propone una modificación al enfoque de las tareas tecnológicas e investigaciones sobre cómo la tecnología del Internet de las Cosas (IOT) puede ser incorporada para mejorar las operaciones de respuesta de emergencia en ciertas etapas de estas como la movilización, evaluación e intervención. Esta investigación demuestra que las operaciones de respuestas a emergencias tendrán un valor agregado y efectos positivos en todas las etapas con la utilización de este tipo de tecnología, siendo así más efectivo y eficaz a la hora de cumplir los objetivos. En Yang, Yang & Plotnick [21] la IOT es extremadamente vulnerable a los ataques debido a características tales como ser inalámbrico y poseer capacidades bajas tanto en términos de recursos energéticos y de computación y, por tanto, las medidas de seguridad complejas no se pueden implementar.

## III. CONCLUSIONES

El internet de las cosas es una gran herramienta en el área de la salud puesto que gracias a esto se pueden prevenir muchas enfermedades que en la actualidad se consideran silenciosas; lo cual tiene como efecto que el número de enfermos disminuiría al igual que el número de pacientes con enfermedades terminales dado que al utilizar elementos con acceso a internet para el bien de la salud, se podrá estar informados del funcionamiento del cuerpo humano y cualquier rareza o anomalía será informada.

#### IV. REFERENCIAS

- [1] H. Ramos, F. Pérez & D. Jorquera "Redes Inalámbricas de Sensores Inteligentes. Aplicación a la Monitorización de Variables Fisiológicas", 2013 [En línea] Disponible: <https://www.dtic.ua.es/grupoM/recursos/articulos/DARE-06-H.pdf>
- [2] A. Cama, E. De La Hoz, & D. Cama "Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las cosas, 2012 [en línea] Disponible: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4869014.pdf>
- [3] Domo Desk, "¿Qué es IOT (el Internet de las Cosas)?", 2014 [en línea] Disponible: <http://www.domodesk.com/a-fondo-que-es-el-internet-de-las-cosas>.
- [4] Computerworld México, "Cisco crea unidad de negocio enfocada al Internet de las Cosas", computerworldmexico.mx, 30 Octubre 2013 [en línea]. Disponible: <http://www.computerworldmexico.mx/Articulos/30794.htm#>
- [5] Fundación de la Innovación Bankinter, "El internet de las cosas En un mundo conectado de objetos inteligentes", resumen ejecutivo, accenture, 2011 [E-book] disponible: [http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/LocalSpain/PDF/Accenture\\_FTF\\_Internet\\_de\\_las\\_Cosas\\_2011.pdf](http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/LocalSpain/PDF/Accenture_FTF_Internet_de_las_Cosas_2011.pdf)
- [6] D. Evans, "Internet de las cosas cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo", cisco.com, abril de 2011, 2014 [en línea] Disponible: <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/executive/assets/pdf/internet-of-things-IOT-ibsg.pdf>
- [7] A. Garcia, "Máster en Ingeniería de Sistemas y Servicios Accesibles para la Sociedad de la Información", julio 2012 [en línea] Disponible: [http://oa.upm.es/14543/1/TESIS\\_MASTER\\_ALEJANDRA\\_GARC%C3%8DA\\_SALVATIERRA.pdf](http://oa.upm.es/14543/1/TESIS_MASTER_ALEJANDRA_GARC%C3%8DA_SALVATIERRA.pdf)
- [8] Z. Pang, "Technologies and Architectures of the Internet-of-Things (IOT) for Health and Well-being." Stockholm, Sweden, January 2013.) [en línea] Disponible: <http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:621384/FULLTEXT01.pdf>
- [9] Department of Computer Engineering & Informatics, School of Engineering, University of Patras, "Health Internet of Things: Metrics and methods for efficient data transfer", Simulation Modelling Practice and Theory 34 (2013) 186–199 [E-book]. Disponible: ScienceDirect.
- [10] Y. Berhanu, H. Ab-ie & M. Hamdi, "A Testbed for Adaptive Security for IOT in e-Health", Proceedings of the International Workshop on Adaptive Security, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.
- [11] N. Alharbe, A.S. Atkins & A.S. Akbari, "Application of ZigBee and RFID Technologies in Healthcare in Conjunction with the Internet of Things", Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia, Dic. 2-4 2013, in Vienna, Austria.
- [12] A. Ghose, P. Sinha, C. Bhaumik, A. Sinha, A. Agrawal & A. D. Choudhury, "Ubi-Held – Ubiquitous Healthcare Monitoring System for Elderly and Chronic Patients", Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication, p. 1255-1264, Sept. 8-12, 2013, in Zurich, Switzerland.
- [13] T. Toscos, K. Connelly & Y. Rogers, "Best intentions: health monitoring technology and children", Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1431-1440, May. 5-10, 2012, Austin, Texas.
- [14] N. Bui & M. Zorzi, "Health Care Applications: A Solution Based on the Internet of Things", Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Bio-medical and Communication Technologies, Article No. 131, Oct. 26, 2011, Catalonia, Spain
- [15] V.M. Rohokale, N.R. Prasad, R. Prasad, "A cooperative Internet of Things (IOT) for rural healthcare monitoring and control," Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronics Systems Technology (Wireless VITAE), 2011 2nd International Conference on, pp.1-6, Feb. 28 2011- Marzo 3 2011.
- [16] A. J. Jara, A. F. Alcolea, M. A. Zamora & A. F. Gómez Skarmeta, "Drugs interaction checker based on IOT," Internet of Things (IOT), 2010, pp.1-8, Nov. 29 2010-Dic. 1 2010.
- [17] B. Mun lee & J. Ouyang, "Application Protocol adapted to Health Awareness for Smart Healthcare Service" cisco.com, 2013, 2015 [en línea] Disponible: [http://onlinepresent.org/proceedings/vol43\\_2013/21.pdf](http://onlinepresent.org/proceedings/vol43_2013/21.pdf)
- [18] Istepanaian. R.S.H & Y-T. Zhang, "Guest Editorial Introduction to the Special Section: 4G Health—The Long-Term Evolution of M-Health," IEEE transactions on information technology in biomedicine, vol. 16, no. 1, pp. 1-5, Enero 2012.
- [19] H. Alemdar & C. Ersoy, "Wireless sensor networks for healthcare: A survey", Computer Networks: The International Journal of Computer and Telecommunications Networking, v. 54 n.15, p.2688-2710, Oct. 2010
- [20] R. M. Savola, H. Abie & M. Sihvonen, "Towards metrics-driven adaptive security management in e-health IOT applications", Proceedings of the 7th International Conference on Body Area Networks, p. 276-281, Sept. 24–26, 2012, Oslo, Norway.
- [21] L. Yang, S.H. Yang, & L. Plotnick, "How the internet of things technology enhances emergency response operations", Technological Forecasting & Social Change, v. 80, n. 9, Pages 1854–1867, November 2013, doi:10.1016/j.techfore.2012.07.011

[22] M. Jimeno, Y. De la Hoz and J. Wilches, "Wireless ECG and PCG Portable Telemedicine Kit for Rural Areas of Colombia", *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 2, no. 2, 2014. DOI: 10.17081/invinno.2.2.2044

[23] F. Caballos., J. Betancur Villegas and J. Betancur Villegas, "Simulación Discreta Aplicada a los Modelos de Atención en Salud", *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 2, no. 2, 2014. DOI: 10.17081/invinno.2.2.2045

[24] E. Martelo, M. Manotas and B. Vallejo, "Prototipo De Una Aplicación Móvil Con Realidad Aumentada Para Mostrar Puntos De Información De Ubicación De La Universidad Simón Bolívar En Barranquilla Colombia Mediante El Uso Del Navegador Móvil Junaio", *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 2, no. 2, 2014. DOI: <https://doi.org/10.17081/invinno.2.2.2048>