

**PROPUESTA PARA EL USO DEL INTERNET DE LAS COSAS CON
HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE APLICADO A LA EDUCACIÓN**

ADALBERTO ÁLVAREZ MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE
BUCARAMANGA**

2017

**PROPUESTA PARA EL USO DEL INTERNET DE LAS COSAS CON
HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE APLICADO A LA EDUCACIÓN**

ADALBERTO ÁLVAREZ MARTÍNEZ

Trabajo de tesis para optar al título de Magister en Software Libre

Director/Tutor

JULIÁN SANTIAGO SANTOYO DÍAZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN SOFTWARE LIBRE

BUCARAMANGA

2017

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A Dios por permitirme estar aquí, con su infinita bondad y amor.

A mi esposa Mónica, por apoyarme en todos los proyectos que emprendo.

A mis hijas Daniela y Valeria, por motivarme cada día para seguir adelante.

A mis padres, por su acompañamiento durante toda mi vida.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Bucaramanga y todos sus funcionarios por la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría, brindarme toda su colaboración y soporte permanente. Al Ingeniero Julián Santiago Santoyo Díaz, director y tutor del presente trabajo, por su apoyo permanente y su acertada tutoría.

Resumen

La presente investigación se encuentra encaminada hacia la aplicación de tecnologías emergentes, como Internet de las cosas, en los procesos educativos, haciendo uso de herramientas de Software Libre. Con el propósito de brindar un apoyo que facilite en aprendizaje de conceptos en diferentes ámbitos de la ciencia.

Se investigó mediante la recolección de material bibliográfico, sobre el Internet de Las Cosas, sus diferentes aplicaciones tanto en la parte académica como en la industria y en nuestra vida cotidiana. Herramientas de Software Libre aplicadas a Internet de las Cosas, analizando las características de cada uno y su nivel de complejidad para su implementación en el desarrollo de material didáctico educativo.

Luego analizar las diferentes herramientas de software libre disponibles para el uso de internet de las cosas, se seleccionó Node-Red como la solución más idónea para la elaboración de herramientas didácticas que utilicen las bondades de Internet de las Cosas, y así contribuir al aprendizaje de manera práctica y lúdica. Con esta herramienta de software acompañado de la placa Raspberry Pi se diseñó un prototipo de laboratorio para la implementación de actividades didácticas que apoyen el aprendizaje en diferentes ámbitos del conocimiento.

Después de presentar esta propuesta a un grupo de estudiantes de pregrado de ingeniería Industrial y de Sistemas se determinó que la combinación Internet de las Cosas y Software Libre permite elaborar material didáctico con fines Educativos que aporte positivamente a la formación del estudiante.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, en las cuales se exponemos los resultados obtenidos y recomendaciones para futuros estudios o implementaciones de este tipo de desarrollos con esta tecnología de vanguardia.

Palabras Claves

Internet de las Cosas - IoT, Material Didáctico, Software Libre, Tecnologías de la Información y Comunicación

Abstract

The present research is directed towards the application of emerging technologies, like the Internet of Things, in educational processes, making use of Free Software tools. For the purpose of providing support to facilitate learning concepts in different fields of science.

It was investigated through the collection of bibliographic material, on the Internet of Things, different applications both in the academic and industry and in our daily life. Free Software tools applied to the Internet of Things, analyzing the characteristics of each and their level of complexity for its implementation in the development of educational didactic material.

After analyze the different free software tools available for use internet of things, Node-Red was selected as the most suitable solution for the development of didactic tools that use the benefits of Internet of Things, and thus contribute to the learning of practical and playful way. With this software accompanied by the Raspberry Pi board, a prototype laboratory was designed for the implementation of didactic activities that support learning in different areas of knowledge.

After presenting this proposal to a group of undergraduate students of Industrial and Systems engineering, it was determined that the Internet combination of the Free Software and IoT, allows to elaborate didactic material with educational purposes that positively contributes to the student's education.

Finally, the conclusions and recommendations are presented, which we expose the results obtained and recommendations for future studies or implementations of this type of development with this cutting edge technology.

Keywords

Internet of Things - IoT, Didactic Material, Free Software, Information Technology and Communication

Contenido

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Antecedentes	3
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Internet de las Cosas.....	9
2.2 Computación Ubicua.....	11
2.3 Tecnología RFID.....	12
2.4 Hardware embebido para IoT.....	12
2.5 Software libre	13
2.5.1 Las cuatro libertades esenciales	14
2.6 Herramientas de software libre para Internet De las Cosas	14
Node-Red	15
Kinoma Create:	16
Eclipse IoT:	16
OpenHUB.....	17
IoTSyS:	17
Contiki:.....	17
RIOT:	18

TinyOS	18
Brillo:	18
Nimbits:.....	19
3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1 Hipótesis.....	20
2.3 Metodología	20
2.3.1 Tipo de investigación.....	20
2.3.2. Metodología de Investigación.....	20
4. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS	41
5. CONCLUSIONES	47
6. RECOMEDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	48
Referencias	49

Tablas

TABLA 1. LITERATURA CONSULTADA.....	21
TABLA 2. PROYECTOS SIMILARES	32
TABLA 3. COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE PARA IOT.....	33
TABLA 4: COMPARACIÓN DE RASPBERRY PI 3, BEAGLEBOARD BLACK REV C Y ORANGE PI.	34
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE PINES RASPBERRY PI	38

Figuras

FIGURA 1. POBLACIÓN VS DISPOSITIVOS CONECTADOS.....	4
FIGURA 2: HOJA DE RUTA DEL DESARROLLO EN IOT.....	5
FIGURA 3. DIAGRAMA DEL SISTEMA Y CIRCUITO OBSY	7
FIGURA 4. ARQUITECTURA IOT	11
FIGURA 5. IMAGEN NODE-RED.....	15
FIGURA 6. DIAGRAMA PLACA RASPBERRY PI.	35
FIGURA 7. ESTRUCTURA FÍSICA DEL PROTOTIPO.....	36
FIGURA 8. FOTOGRAFÍA DEL CIRCUITO	37
FIGURA 9. DIAGRAMA DE PINES RASPBERRY PI.....	38
FIGURA 10. VARIEDAD DE SENSORES	40
FIGURA 11. GRÁFICO PREGUNTA NO. 1 DE LA ENCUESTA	42
FIGURA 12. GRAFICO PREGUNTA NO. 2 DE LA ENCUESTA	42
FIGURA 13. GRÁFICO PREGUNTA NO. 3 DE LA ENCUESTA	43
FIGURA 14. GRÁFICO PREGUNTA NO. 4 DE LA ENCUESTA	43
FIGURA 15. . GRÁFICO PREGUNTA NO. 5 DE LA ENCUESTA	44
FIGURA 16. . GRÁFICO PREGUNTA NO. 6 DE LA ENCUESTA	44
FIGURA 17. GRÁFICO PREGUNTA NO. 7 DE LA ENCUESTA	45

Anexos

Anexo 1. Instrumento de Investigación.....	53
--	----

Glosario

3G: es la abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* o servicio universal de telecomunicaciones móviles).

Bluetooth: es una especificación industrial para Redes inalámbricas de Área Personal (PAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2.4 GHz.

GPRS: El servicio general de paquetes vía radio, en inglés: General Packet Radio Service (GPRS), fue creado en la década de los años 1980. Es una extensión del "Sistema Global para comunicaciones Móviles" (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos mediante conmutación de paquetes.

GSM: El sistema global para las comunicaciones móviles (del inglés Global System for Mobile communications, GSM, y originariamente del francés groupe special mobile) es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital. Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (red local/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

ISM: (*Industrial, Scientific and Medical*) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (Wi-Fi) o WPAN (Bluetooth).

MQTT:(*Message Queue Telemetry Transport*), un protocolo usado para la comunicación machine-to-machine (M2M) en el "Internet of Things". Este protocolo está orientado a la

comunicación de sensores, debido a que consume muy poco ancho de banda y puede ser utilizado en la mayoría de los dispositivos empotrados con pocos recursos (CPU, RAM, entre otros).

NFC: *Near field communication* (NFC, comunicación de campo cercano en español) es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos.

RED AD HOC: es un tipo de red inalámbrica descentralizada. La red es *ad hoc* porque no depende de una infraestructura pre-existente, como routers (en redes cableadas) o de puntos de acceso en redes inalámbricas administradas. En lugar de ello, cada nodo participa en el encaminamiento mediante el reenvío de datos hacia otros nodos, de modo que la determinación de estos nodos hacia la información se hace dinámicamente sobre la base de conectividad de la red.

RFID: (*Radio Frequency IDentification*, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID.

SSH: (*Secure Shell* o intérprete de órdenes seguro) es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa, y sirve para acceder a máquinas remotas a través de una red.

UMTS: Sistema universal de telecomunicaciones móviles (*Universal Mobile Telecommunications System o UMTS*) es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, sucesora de GPRS, debido a que la tecnología GPRS (evolución de GSM) propiamente dicha no podía evolucionar para prestar servicios considerados de tercera generación.

VNC: es un programa de software libre basado en una estructura cliente-servidor que permite tomar el control del ordenador servidor remotamente a través de un ordenador cliente. También se denomina software de escritorio remoto.

Websockets: es una tecnología que proporciona un canal de comunicación bidireccional y full-duplex sobre un único socket TCP. Está diseñada para ser implementada en navegadores y servidores web, pero puede utilizarse por cualquier aplicación cliente/servidor.

Wifi: El wifi es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

WSN: Red inalámbrica de sensores que están formadas por un grupo de sensores con ciertas capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica los cuales permiten formar redes *ad hoc* sin infraestructura física preestablecida ni administración central.

ZigBee: es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (*wireless personal area network, WPAN*). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Desde que surgió el internet ha representado el avance más revolucionario hasta el momento, debido a que ha cambiado nuestros hábitos y formas de vida en muchos aspectos, como la comunicación, la administración de empresas, atención a usuarios, la lectura, las transacciones comerciales y bancarias, la educación, entre otras.

Ahora surge un nuevo concepto denominado Internet de Las Cosas (IoT) como un nuevo paradigma de red, que permite a entidades físicas (tales como sillas, lámparas y maletines, etc.) y / o fenómenos físicos (tales como temperatura, ritmo cardíaco y movimiento, entre otros), comunicarse entre sí. Eventualmente, los datos recopilados y la información relacionada están conectados a Internet, proporcionando oportunidades para sistemas y aplicaciones inteligentes. Además, muchas tecnologías y dispositivos modernos, como la Identificación de Radio Frecuencia (RFID), *Near Field Communication* (NFC) (es decir, *Zigbee* y *Bluetooth*), *Wireless Sensor Network* (WSN), cloud computing, redes sociales y tecnologías avanzadas de accesibilidad universal móvil (Es decir, *hotspots* Wi-Fi, y la red celular), y soporte de análisis de *big data*, soportan a IoT para componer una infraestructura de red de próxima generación. (Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M., 2013).

Actualmente muchos campus educativos están equipados con servicios WiFi, tableros interactivos en el salón de clases, facilidades de video conferencia, bibliotecas online y muchos avances tecnológicos para educar a sus estudiantes. Los estudiantes se han vuelto más dependientes de la tecnología para sus estudios de curso y otras actividades relacionadas. Las TIC han modernizado la forma tradicional de educación para mejorar la calidad del aprendizaje y la aumentar la productividad. (ur Rahman, M., Deep, V., & Rahman, S., 2016, January)

Ahora debemos tener en cuenta que IoT representa la próxima evolución de Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. En este contexto, IoT se vuelve inmensamente importante. (Evans, 2011)

La educación no escapa a esta evolución y este proyecto se encamina a realizar un estudio del uso de internet de las cosas en el ámbito educativo, mediante la recopilación de información y la elaboración de material didáctico utilizando herramientas de software libre para tal fin.

El presente documento está organizado de tal manera, que se pueda recorrer la estructura de los pasos de la investigación. Específicamente se tienen los siguientes capítulos:

El capítulo actual de introducción, que contiene el resumen y la estructura general de la tesis

El segundo capítulo se encuentra el estado del arte donde se encuentran los conceptos, tecnologías y experiencias previas sobre internet de las cosas.

El tercer capítulo comprende todas las actividades desarrolladas con miras a obtener los objetivos planteados y la definición de la investigación realizada.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados, producto del trabajo investigativo para posteriormente en los capítulos siguientes consignar las conclusiones y las recomendaciones para trabajos futuros.

1.2 Justificación

Las tecnologías emergentes han cambiado la manera tradicional del aprendizaje, con la aparición de internet el estudiante puede ejercer adquirir nuevos conocimientos de manera virtual sin necesidad de movilizarse por largos trayectos. La necesidad de aprender siempre

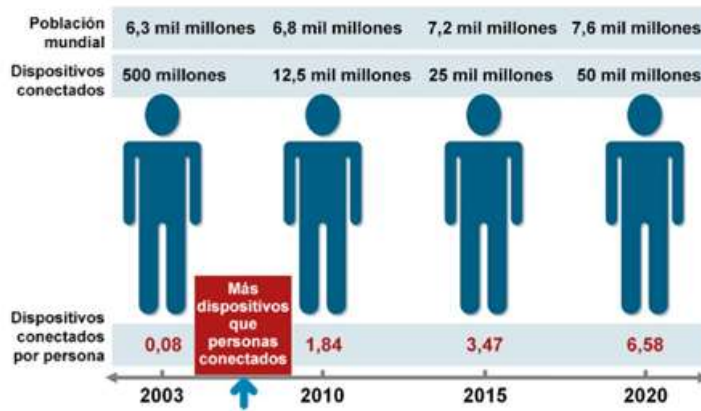
ha estado presente en el ser humano ya sea de manera formal o informal, el internet de las cosas (IoT) surge como una alternativa revolucionaria capaz de motivar un gran cambio en nuestra forma de aprender. Esta tesis se apoya en esas tecnologías, para aplicar en la educación ese movimiento tecnológico denominado Internet de las Cosas.

1.3 Antecedentes

Internet de las cosas (IoT), algunas veces denominado "Internet de los objetos", lo cambiará todo, incluso a nosotros mismos. Si bien puede parecer una declaración arriesgada, hay que tener en cuenta el impacto que Internet ha tenido sobre la educación, la comunicación, las empresas, la ciencia, el gobierno y la humanidad. Claramente Internet es una de las creaciones más importantes y poderosas de toda la historia de la humanidad. Ahora debemos tener en cuenta que IoT representa la próxima evolución de Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. En este contexto, IoT se vuelve inmensamente importante. (Evans, 2011)

Actualmente existen más de 25 mil millones de dispositivos conectados a internet y se estima que para 2020 la cifra superará los 50 mil millones, como se puede apreciar en la figura.1, donde a partir del año 2003 existían 0,08 dispositivos conectados por persona con una tendencia estimada de 6,58 dispositivos para el año 2020.

Figura 1. Población vs Dispositivos conectados.



Fuente: Cisco IBSG, abril de 2011

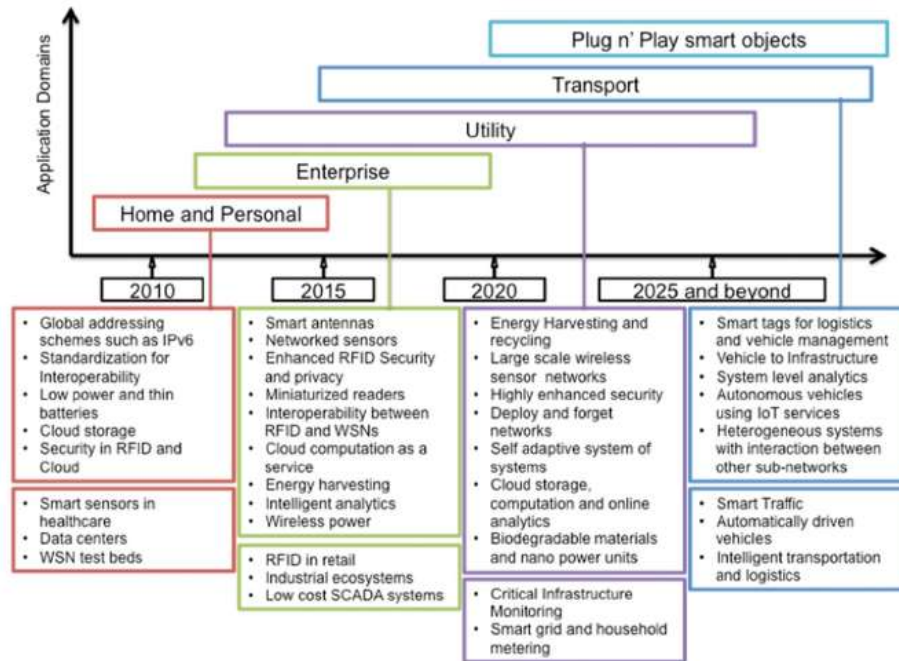
El número de dispositivos conectados a internet se incrementa rápidamente cada año, debido a las múltiples aplicaciones que surgen a cada momento, entre las cuales a futuro cercano tendremos:

- Predicción de desastres naturales
- Aplicaciones en la industria
- Monitoreo por escasez de agua
- Diseño de hogares inteligentes
- Aplicaciones médicas
- Aplicaciones en la agricultura
- Diseño de sistemas de transporte inteligente
- Diseño de ciudades inteligentes
- Medición y monitoreo inteligente
- Seguridad inteligente (Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S., 2012, December).

El objetivo final consiste en la creación de objetos plug and play que puedan interactuar de manera inmediata y natural con otros objetos a su alrededor. La figura 2 presenta una hoja de ruta de la tecnología requerida en la próxima década, estandarizando protocolos y

frecuencias de banda para alcanzar dicho objetivo. (Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M., 2013)

Figura 2: Hoja de Ruta del desarrollo en IoT



Fuente, (Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M., 2013)

El papel de la tecnología debe ser potenciar la educación y crear un enfoque motivacional para educar a los jóvenes aprendices.

Las aplicaciones de las TIC centradas en los estudiantes deben desarrollarse de tal manera que aprendan sus conceptos académicos mientras los disfrutan. El aprendizaje asociativo es una de esas técnicas en la que los conceptos teóricos se asocian con ejemplos en tiempo real para hacer que los estudiantes comprendan mejor.

Tecnologías como realidad aumentada, animación 3D, gráficos visuales, etc. pueden ayudar en la implementación del Aprendizaje Asociativo. De igual manera la inclusión actividades lúdicas para hacer más ameno el aprendizaje, como crear un Hall de la Fama entre los

estudiantes, generando una sana competencia donde los estudiantes compiten como un juego con sus conocimientos. (ur Rahman, M., Deep, V., & Rahman, S., 2016, January)

En materia de educación el IoT permite obtener múltiples beneficios, entre los cuales tenemos:

- 1) Reducir el tiempo de trabajo tedioso,
- 2) Involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje.
- 3) Capacitar al profesor para que supervise los estados de aprendizaje de los estudiantes.
- 4) Facilitar el aprendizaje colaborativo en grupo.
- 5) Registrar los procesos de enseñanza y aprendizaje como carteras.
- 6) Implementar sin problemas las actividades apoyadas por la tecnología.

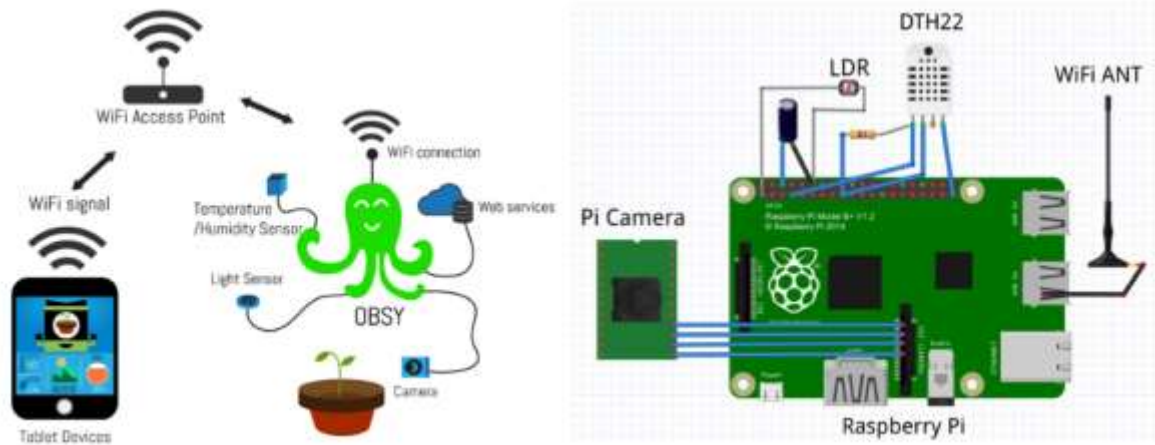
Además, Internet de las cosas resuelve limitaciones de educación en dos áreas:

1. Amplia cobertura Geográfica.
2. Acceso en tiempo real e independiente. (Pei, X. L., Wang, X., Wang, Y. F., & Li, M. K., 2013).

Existe en Tailandia un proyecto interesante desarrollado por Putjorn Pruet, en su momento estudiante de Doctorado de University of Kent, UK. Quien desarrolló un dispositivo basado en Raspberry Pi, el cual tiene conectados una serie de sensores y dispositivos con los cuales los niños de áreas rurales analizan variables de su entorno por medio de una app lúdica. El proyecto se denomina OBSY como se aprecia en la Figura 3. (Pruet, P., Ang, C. S., Farzin, D., & Chaiwut, N., 2015, June).

En el año 2012, el profesor Víctor Callaghan diseñó una herramienta denominada Buzz-Boarding, la cual es un sistema abierto que comprende algunas placas de hardware que pueden ser interconectadas para hacer una variedad de aplicaciones de IoT. Como herramienta de software para la placa Buzz, utiliza Mbed, una herramienta de software de código abierto en línea. Mbed es una plataforma y sistema operativo para dispositivos conectados a internet basado en microcontroladores de 32-bit ARM. Tales dispositivos son también conocidos como dispositivos de Internet de las cosas. (Callaghan, V., 2012)

Figura 3. Diagrama del sistema y circuito OBSY



Fuente: <http://obsy.spidyhero.com/>

En el año 2012, el profesor Víctor Callaghan diseñó una herramienta denominada Buzz-Boarding, la cual es un sistema abierto que comprende algunas placas de hardware que pueden ser interconectadas para hacer una variedad de aplicaciones de IoT. Como herramienta de software para la placa Buzz, utiliza Mbed, una herramienta de software de código abierto en línea. Mbed es una plataforma y sistema operativo para dispositivos conectados a internet basado en microcontroladores de 32-bit ARM. Tales dispositivos son también conocidos como dispositivos de Internet de las cosas. (Callaghan, V., 2012)

En resumen, cada día se incrementan los dispositivos conectados de manera autónoma a las redes de comunicación. Surgen nuevas aplicaciones para este tipo de objetos interconectados, ofreciendo así nuevas alternativas para soluciones de cualquier tipo, mediante el uso de la tecnología basada en la computación ubicua. Es por ello que este trabajo se inspira en estas nuevas tecnologías para su aplicación en el ámbito educativo, con el propósito de contribuir en el impulso de la utilización del IoT como herramienta en el aula de clases, lo cual implica no solo la implementación de un prototipo, sino la proyección de su posterior aprovechamiento mediante la aplicación en escenarios reales.

1.4 Objetivos

El creciente ámbito de Internet de las Cosas (IoT) ha tomado un gran impulso en los últimos años. De esta manera, IoT se convierte en un elemento tecnológico bastante importante en todos los campos del conocimiento. La educación no se queda por fuera de esta revolución mediante el uso de elementos IoT orientados a facilitar los mecanismos de aprendizaje. Como una contribución en el ámbito educativo, este trabajo pretende mostrar alternativas de aplicación de IoT para los procesos educativos mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos.

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el uso de internet de las cosas como apoyo para la educación, realizando material didáctico mediante el uso de herramientas de software libre.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio del uso del internet de las cosas que utilice software libre, mediante la recolección de material bibliográfico, recopilando la información a lo largo de la investigación en documentos, tutoriales y manuales de usuario e instalación, con el fin de mostrar las características técnicas de la tecnología que sirvan como guías para estudios posteriores.
- Determinar si existe software libre que permita el desarrollo de material didáctico basado en el internet de las cosas.
- Elaborar material didáctico utilizando herramientas libres que permitan la utilización del internet de las cosas.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que contiene este documento permite al lector una visión más clara sobre los conceptos básicos que soportan el tema tratado.

2.1 Internet de las Cosas

Cada vez es mayor la cantidad y la variedad de dispositivos que pueden conectarse a internet. Contamos con teléfonos, electrodomésticos, automóviles, relojes, gafas, etc. y con nuevas tecnologías de conexión de mayor alcance y acceso. Ya no somos sólo las personas, sino también estos objetos o cosas cotidianas de nuestro entorno quienes se conectan a la red para aprovechar sus beneficios. Esta siguiente etapa de la evolución de internet, en la que la conectividad se extiende a los objetos que nos rodean es la que se conoce como *Internet of Things* (IoT) o Internet de las Cosas. (Alcaraz).

El término: Internet de las Cosas fue utilizado por primera vez por Kevin Ashton en 1999 que estaba trabajando en el campo de la tecnología RFID en red (identificación por radiofrecuencia) y tecnologías de detección emergentes.

Incuestionablemente, la fortaleza principal de la idea de IoT es el alto impacto que puede tener en varios aspectos de la vida diaria y las características de los usuarios potenciales. Desde el punto de vista de un usuario privado, los efectos más obvios de la introducción de IoT serán visibles en ambos campos, del trabajo y del hogar. En este contexto, domótica, vida asistida, e-salud, aprendizaje extendido son solo unos pocos ejemplos de los posibles escenarios de aplicación en los cuales el nuevo paradigma puede jugar un rol en un futuro cercano. (Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G., 2010).

De acuerdo con Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S; en su artículo publicado en 2012, generalmente, la estructura de IoT se divide en cinco capas como se muestra en la figura 4. Estas capas se describen brevemente a continuación:

1) **Capa de Percepción:** La capa de Percepción también se conoce como 'Capa de Dispositivo'. Consiste en los objetos físicos y los dispositivos sensores. Los sensores pueden ser RFID, código de barras 2D o sensor infrarrojo dependiendo del método de identificación de objetos. Esta capa se encarga básicamente de la identificación y recolección de información específica de los objetos por los dispositivos sensores. Dependiendo del tipo de sensores, la información puede ser sobre ubicación, temperatura, orientación, movimiento, vibración, aceleración, humedad, cambios químicos en el aire, etc. La información recopilada se pasa a la capa de red para su transmisión segura al proceso de información sistema.

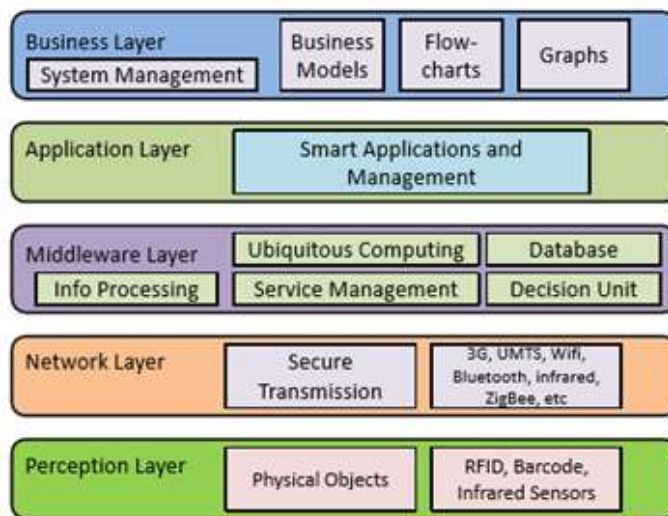
2) **Capa de red:** La capa de red también se puede llamar 'capa de transmisión'. Esta capa transfiere de forma segura la información de los dispositivos sensores al sistema de procesamiento de información. El medio de transmisión puede ser cableado o inalámbrico y la tecnología puede ser 3G, UMTS, Wifi, *Bluetooth*, infrarrojos, *ZigBee*, etc. Dependiendo de los dispositivos de sensor. Por lo tanto, la capa de red transfiere la información de la capa de percepción a la capa de middleware.

3) **Capa de Middleware:** Los dispositivos sobre el IoT implementan diferentes tipos de servicios. Cada dispositivo se conecta y se comunica sólo con aquellos dispositivos que implementan el mismo tipo de servicio. Esta capa es responsable de la gestión de servicios y tiene un enlace a la base de datos. Recibe la información de la capa de red y la almacena en la base de datos. Realiza el procesamiento de la información y computación ubicua y toma la decisión automática basada en los resultados.

4) **Capa de aplicación:** Esta capa proporciona una gestión global de la aplicación basada en la información de objetos procesada en la capa de *middleware*. Las aplicaciones implementadas por IoT pueden ser la salud inteligente, la agricultura inteligente, el hogar inteligente, la ciudad inteligente, el transporte inteligente, etc.

5) **Capa de Negocio:** Esta capa es responsable de la gestión del sistema global de IoT incluyendo las aplicaciones y servicios. Construye modelos de negocio, gráficos, diagramas de flujo, entre otros. Basados en los datos recibidos de la capa de aplicación. El verdadero éxito de la tecnología IoT también depende de los buenos modelos de negocio. Basado en el análisis de resultados, esta capa ayudará a determinar las acciones futuras y estrategias de negocio. (Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S., 2012, December)

Figura 4. Arquitectura IoT



Fuente: (Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S., 2012, December)

2.2 Computación Ubicua

El termino computación ubicua hace referencia a poder aprovechar la información ofrecida por dispositivos de computación distribuidos en el entorno, de una forma transparente al usuario, como lo definió Mark Weiser en el año 1991. Los continuos avances tecnológicos han incentivado el desarrollo de dispositivos con capacidades de comunicación inalámbrica cada vez más pequeños, más potentes y con un consumo de batería más eficiente que hacen que cada día sea más realista el concepto de computación ubicua. (Cano, J. C., Calafate, C. T., Malumbres, M. P., & Manzoni, P. , 2008).

2.3 Tecnología RFID

RFID (siglas de *Radio Frequency IDentification*, en español identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (automatic identification, o identificación automática).

Las etiquetas RFID (*RFID Tag*, en inglés) son unos dispositivos pequeños, similares a una pegatina, que pueden ser adheridas o incorporadas a un producto, un animal o una persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor. (Wikipedia)

2.4 Hardware embebido para IoT

Existe en el mercado una variedad de hardware de tamaño reducido y gran potencia en procesamiento, con variedad de interfaces. Entre las más completas en cuanto a sus funcionalidades se destacan las siguientes:

Raspberry Pi es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas de la universidad de Cambridge.

A pesar de ser tan pequeña, la Raspberry Pi 3 model B, incluye procesador Quad Core 1.2GHZ Broadcom BCM2837 64bit, un procesador gráfico (GPU) VideoCore IV, y 1 GB

de memoria RAM. El diseño no incluye un disco duro ni unidad de estado sólido, ya que usa una tarjeta SD para el almacenamiento permanente; tampoco incluye fuente de alimentación ni carcasa. (Pi, R, 2013).

Beagleboard Black es otro hardware de tamaño reducido, producido por Texas Instruments como alternativa de código abierto, con el propósito de que se utilizara en entidades educativas para enseñar software y hardware Libre. Se comercializa bajo licencia share-like de Creative Commons. En su versión *Beagleboard Black rev C*, consta de un procesador AM335x ARM Cortex-A8 de 1 GHz, 512 MB DDR3 RAM, Acelerador Gráfico 3D, Puertos Ethernet, HDMI, USB y memoria Flash interna de 4 GB.

También se encuentra una placa denominada Orange PI, basada en Raspberry PI, fabricada en china por Shenzhen Xunlong Software CO, puede funcionar con Android, Ubuntu, Debian, Fedora, Raspbian, ArchLinux, openSUSE entre otros sistemas operativos. Se puede encontrar con hasta 2GB DDR3 SDRAM. El modelo Orange PI Plus está equipado con: Puerto HDMI, Puerto Sv SATA para un HD, memoria 8GB EMMC Flash, 2 USb 2.0, puerto Gigabit Ethernet, 1 GB DDR RAM.

2.5 Software libre

«Software libre» es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software.

Promovemos estas libertades porque todos merecen tenerlas. Con estas libertades, los usuarios (tanto individualmente como en forma colectiva) controlan el programa y lo que este hace. Cuando los usuarios no controlan el programa, decimos que dicho programa «no es libre», o que es «privativo». Un programa que no es libre controla a los usuarios, y el programador controla el programa, con lo cual el programa resulta ser un instrumento de poder injusto.

2.5.1 Las cuatro libertades esenciales

Un programa es software libre si los usuarios tienen las cuatro libertades esenciales:

La libertad de ejecutar el programa como se desea, con cualquier propósito (libertad 0).

La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

La libertad de redistribuir copias para ayudar a su prójimo (libertad 2).

La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3).

Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello. Un programa es software libre si otorga a los usuarios todas estas libertades de manera adecuada. De lo contrario no es libre. En cualquier circunstancia, estas libertades deben aplicarse a todo código que pensemos utilizar hacer que otros utilicen.

«Software libre» no significa que «no es comercial». Un programa libre debe estar disponible para el uso comercial, la programación comercial y la distribución comercial. La programación comercial de software libre ya no es inusual; el software libre comercial es muy importante. Puede haber pagado dinero para obtener copias de software libre, o puede haber obtenido copias sin costo. Pero sin tener en cuenta cómo obtuvo sus copias, siempre tiene la libertad de copiar y modificar el software, incluso de vender copias. (FSF, 2015)

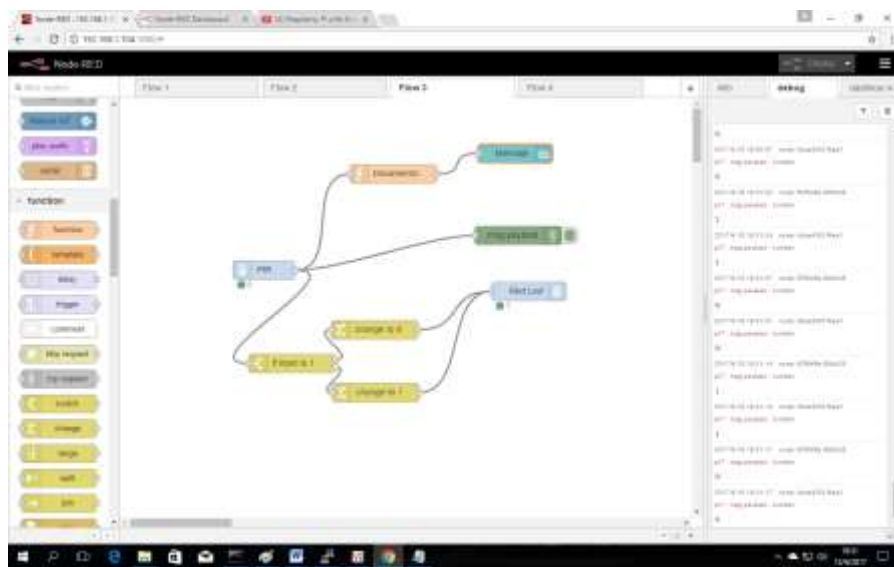
2.6 Herramientas de software libre para Internet De las Cosas

Existen herramientas de software de tipo Open Source, que permiten implementar aplicaciones basadas en Internet de las cosas, el BBVA *innovation center* (comunidad de innovación abierta del BBVA), hace un análisis de herramientas de software libre destinadas al IoT. (BBVA, 2015), entre dichas herramientas destacamos las siguientes:

Node-Red: Es una herramienta de visualización sencilla y de código abierto para la conexión de dispositivos para el Internet de las Cosas, desarrollada por el departamento Emerging Technology de IBM, que permite conectar un hardware, una API o un servicio online. Node-RED proporciona una interfaz de usuario amigable para que los desarrolladores conecten dispositivos de forma sencilla y rápida. La herramienta está desarrollada en node.js, una plataforma Java JavaScript del lado del servidor muy utilizada en proyectos de IoT, y se puede ejecutar en la nube.

Además, es una herramienta que permite desplegar nuevos nodos para conectar más dispositivos o servicios sin ningún problema. Esta herramienta facilita el desarrollo de aplicaciones, ya que evita elaborar mucho código fuente mediante una interfaz gráfica, Ver figura 4, que hace mucho más sencillo la implementación de soluciones de IoT. Además, es una solución escalable. Todo el proyecto está disponible en GitHub bajo licencia Apache versión 2.0. (Nodered.org, 2017)

Figura 5. Imagen Node-Red.



Fuente (Nodered.org, 2017)

Kinoma Create: es un aparato que permite la conexión entre dispositivos sin tener unos conocimientos de programación en JavaScript demasiado profundos. Kinoma Create ya dispone de todo lo necesario para empezar a desarrollar pequeños proyectos IoT. Sus componentes principales son:

Una pantalla táctil

Un procesador ARM SoC 800 MHz.

Conexión inalámbrica por WiFi y *Bluetooth*.

Varios puertos para conectar periféricos, entre ellos un puerto USB 2.0

Memoria RAM de 128 MB y memoria flash de 16 MB.

Una ranura microSD

Altavoz y micrófono.

Distribución Linux.

Kinoma Create sirve para una gran variedad de proyectos: se pueden conectar sensores de temperatura, luz o movimiento y permite recibir notificaciones en el teléfono móvil cuando se produzca alguna alteración.

En la web del proyecto se encuentran disponibles tutoriales sobre las prácticas con esta tecnología, con acceso al código desarrollado en GitHub. (Kinoma, 2017).

Eclipse IoT: es una plataforma de código abierto que permite el desarrollo en Java de aplicaciones para el Internet de las Cosas. Proporciona un conjunto de tecnologías open source para conectar y gestionar varios dispositivos IoT. Además, da soporte para algunos de los estándares abiertos fundamentales para cualquier solución del IoT. Eclipse IoT ofrece servicios de puerta de enlace al Internet de las Cosas para ayudar a los desarrolladores a manejar tanto dispositivos como aplicaciones IoT. Dentro de la plataforma, los programadores podrán contar con:

Administración de la conectividad en la nube

Apoyo a los protocolos de conexión entre dispositivos y servidores.

Configuración de WiFi.

Aplicación remota para configuración y administración de dispositivos. (Eclipse IoT, 2017).

OpenHUB: proporciona una plataforma de integración de dispositivos que, hablan y se comunican en “idiomas” totalmente distintos. ¿Cómo se logra?, con procesos de automatización e interfaces de usuario unitarias.

Puede correr en cualquier dispositivo capaz de ejecutar una Máquina Virtual Java, ya sea en un sistema operativo Linux. Mac o Windows. Consta de:

Motor de reglas para satisfacer las necesidades de automatización.

Varias interfaces de usuario nativas.

Solución de código abierto.

Mejora constante por medio de su comunidad.

Dispone de APIS para su integración con otros sistemas o plataformas. (OpenHub, 2017).

IoTSyS: proporciona un sistema de comunicación de dispositivos basado en protocolos y estándares IPv6, 6LoWPAN, *Constrained Application Protocol* y *Efficient XML Interchange*. Su objetivo es proporcionar interfaces interoperables que permitan la conexión entre dispositivos, por ejemplo, los sistemas de sensores. La plataforma se inició en el marco del proyecto europeo de investigación IoT6 y está mantenida por el Grupo de Sistemas de Automatización de la Universidad Tecnológica de Viena. Sus utilidades son diversas: conexión de sensores de luz y de movimiento en una persiana, sistemas de climatización, alarma acústica, entre otros. (Institute For Microelectronics, 2017).

Contiki: es un sistema operativo de código abierto para sistemas del Internet de las Cosas. Permite la conexión de sistemas de ordenadores de 8-bit o sistemas integrados sobre microcontroladores, incluyendo nodos de redes de sensores. Se utiliza en la monitorización

de ruidos, medición de energía eléctrica, sistemas de alarma, domótica, vigilancia remota... Está basado en protocolos y estándares como IPv4, IPv6, 6lowpan, RPL y CoAP. Sus características son:

Protohilos de ejecución.

Navegador web.

Servidor web.

Conectividad TCP/IP.

Kernel multitarea.

Cliente remoto usando VNC (Computación Virtual en Red). (Contiki, 2017).

RIOT: Sus creadores lo definen como “el sistema operativo amigable para el Internet de las Cosas”. RIOT está basado en una arquitectura de microkernel. Se ejecuta en *hardware* de 8, 16 y 32 bits y, mediante un puerto nativo, tanto en entornos Linux como en Mac OS. Permite el desarrollo de aplicaciones mediante una programación estándar en lenguajes C y C++. Está bajo una licencia LGPL. (Riot-OS, 2017).

TinyOS: es un sistema operativo de código abierto para redes de sensores inalámbricas. Está escrito en lenguaje de programación nesC (una derivación de lenguaje C), un dialecto de la sintaxis C optimizado para evitar los problemas derivados de las limitaciones de memoria que existen dentro de las redes de sensores. TinyOS es un proyecto conjunto de la Universidad de Berkeley. Existen herramientas y librerías en C o Java que aumentan sus funcionalidades y oportunidades de uso. (Stanford University, 2017).

Brillo: es el sistema operativo de Google de código abierto para la conexión de los *wearable* en el Internet de las Cosas, basado en el lenguaje de comunicación Weave, un sistema común que permitiría que todos los dispositivos hablen y se comuniquen en el mismo ‘idioma’. En este caso, no sería necesario que los dispositivos corrieran con Android.

El objetivo de Google con Brillo y Wave es crear un verdadero Internet de las Cosas, donde todos y cada uno de los dispositivos puedan estar conectados realmente: electrodomésticos, redes de sensores, dispositivos móviles o eléctricos.

Nimbits: es una plataforma (PaaS) de registro de datos para la conexión de sensores en la nube. Es un servicio de código abierto que permite conectarse a redes sociales como Facebook o Twitter, a bases de datos, al motor de conocimiento computacional WolframAlpha. Algunas de sus características fundamentales:

Usa el marco de desarrollo Spring.

Dispone de una API REST.

Se pueden cargar y descargar datos en formato CSV. (com.nimbits, 2017)

Todos los conceptos revisados sirven de fundamento para el desarrollo de las actividades que comprenden el presente trabajo de tesis. Es así como en el siguiente capítulo se presentan los pasos realizados para el logro de los objetivos planteados.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La información recolectada en los capítulos anteriores sirve como base fundamental para el desarrollo del presente capítulo, donde se describe la metodología utilizada, las herramientas seleccionadas, el diseño del prototipo, entre otras actividades encaminadas al logro de los resultados encontrados finalmente.

3.1 Hipótesis

El software libre permite utilizar el Internet de las cosas para crear material didáctico como apoyo a procesos educativos.

2.3 Metodología

2.3.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de carácter cuantitativa, basada en un diseño experimental con el propósito de obtener resultados que permitan dar validez a hipótesis planteada.

2.3.2. Metodología de Investigación

2.3.2.1 Revisión de literatura y consulta de herramientas de software libre para desarrollar material didáctico basado en IoT

En esta actividad se procedió a indagar por la literatura existente relacionada con el objeto de investigación, teniendo presente los protocolos establecidos para tal fin, es decir evaluando el grado de relevancia permitiendo decantar la información recolectada. Esta información ha permitido determinar cuáles son los principios requeridos para lograr una buena elaboración de material didáctico e igual manera se realizó consulta de las diferentes herramientas de software libre que brindan una solución al problema de estudio.

Para cumplir con esta actividad se consultaron fuentes como: herramientas de búsqueda, bases de datos y repositorios al alcance, entre los cuales tenemos: Proquest, E-Book, E-Libro, Google Books, Google Scholar, Wikis, IEEE, meta buscadores en internet. Se limitó el rango de fechas para aquellos documentos comprendidos entre el año 2008 y el 30 de marzo de 2017, con preferencia por documentos a partir del año 2010.

A continuación, se presenta una tabla que resume la literatura consultada para obtener la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Tabla 1. Literatura Consultada
Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
Yuqiao Yang1, y., & Kanhua Yu1, y. (2016). <i>Construction of Distance Education Classroom in Architectural Specialty Based on Internet of Things Technology.</i>	2016 KEYWORDS <i>Internet of Things, distance teaching, Architectural Physics</i>	Diseño de una plataforma basada en IoT para la enseñanza a distancia de una especialidad en Arquitectura. El sistema está basado en tecnología de red inalámbrica ZigBee /GPRS. Los resultados de experimento de enseñanza muestran que la tecnología de Internet de las cosas puede mejorar efecto de enseñanza docentes y rendimiento académico de los estudiantes.
Pinka, Krišjānis, Jānis Kampars, and Vladislavs Minkevičs. 2016. <i>"Case Study: IoT Data Integration for Higher Education</i>	2016 KEYWORDS <i>Internet of Things, data integration, cloud computing.</i>	El documento describe cómo se aplica esta tecnología tendencias y relativamente nuevo en la Universidad técnica de Riga para fines educativos, mediante el uso de una amplia variedad de sensores para la recolección de datos, análisis y acciones correspondientes.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<i>Institution."</i>		
Shapsough, S., Hassan, M., Shapsough, S. E., & Zualkernan, I. A. (2016, December). <i>IoT Technologies to Enhance Precision and Response Time of Mobile-Based Educational Assessments.</i>	2016 KEYWORDS <i>Smart education; Formative assessment; Realtime response; MQTT; IoT; Big Data</i>	Diseño y aplicación de un sistema de evaluación basado en móvil/tablet que utiliza el MQTT para publicar-suscribir arquitectura para proporcionar servicios de evaluación casi en tiempo real a diversos tipos de actores educativos como profesores, directores, padres y planificadores de la educación.
He, J., Lo, D. C. T., Xie, Y., & Lartigue, J. (2016, October). <i>Integrating Internet of Things (IoT) into STEM undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for</i>	2016 KEYWORDS <i>Internet of things, Education, Embebed system</i>	Caso de estudio mediante la incorporación de un marco de aprendizaje basado en Internet en un curso de análisis y diseño de sistemas integrados de ingeniería de Software (SWE). Específicamente, se presenta un kit de desarrollo de laboratorio compuesto por placas Raspberry Pi/Arduino y un conjunto de sensores con Zigbee para proveer comunicación inalámbrica en la sección de laboratorio de apoyo a la clase.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<i>embedded system course.</i>		
Vharkute, M., & Wagh, S. (2015, April). <i>An architectural approach of internet of things in E-Learning.</i>	2015 KEYWORDS <i>Global System for Mobile (GSM) Module, GPS Internet, Wireless nodes array</i>	Propone un sistema que combina las aplicaciones de e-learning con la ayuda de Internet de las cosas. La enseñanza de la tecnología permite una mejor comunicación entre alumno y profesor. También brinda educación que concuerda con la satisfacción de los estudiantes y las expectativas de reclutamiento para los estudiantes. El sistema implementa módulos GSM y GPS. Este sistema ofrece un marco de diseño estándar para el sistema educativo.
Alcaraz, M. Internet de las Cosas.	KEYWORDS Internet de las Cosas, Internet of Things, conectividad, evolución de internet, objetos conectados	El presente documento realiza un análisis sobre la nueva tendencia en el campo de Internet conocida como Internet de las Cosas. Ejemplifica cuáles son las posibles áreas y formas en la que puede utilizarse.
Ferdoush, S., & Li, X. (2014). <i>Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for</i>	2014 KEYWORDS <i>Arduino; environmental monitoring; Raspberry Pi; wireless sensor</i>	Describe un sistema de red de sensores inalámbricos desarrollado utilizando plataformas de Open Source hardware, Arduino y Raspberry Pi. El sistema es altamente escalable tanto el tipo de sensores como el número de nodos de sensor, que lo hace muy adecuado para una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con la vigilancia del medio ambiente y de bajo costo.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<i>environmental monitoring applications.</i>	<i>network; ZigBee.</i>	
Montoya, M. S. R. (2008). Dispositivos de mobile learning para ambientes virtuales: implicaciones en el diseño y la enseñanza.	2008 KEYWORDS Aprendizaje móvil, dispositivos móviles, ambientes virtuales, diseño instruccional, enseñanza	La investigación que aquí se presenta tuvo por objetivo analizar las implicaciones en las prácticas de diseño y la enseñanza cuando se incorporan dispositivos móviles en los ambientes de aprendizaje virtuales.
Chase, J. (2013). <i>The evolution of the internet of things.</i>	2013 KEYWORDS <i>Internet of Things</i>	Crear soluciones en Texas Instruments para IoT y ayudar a los clientes a conectar sus productos.
Ma, H. D. (2011). <i>Internet of things: Objectives and scientific challenges.</i>	2011 KEYWORDS <i>Internet of things, architecture, data exchange, information integration, service delivery</i>	Presentar algunos antecedentes y tecnologías relacionadas de IoT y discutir los conceptos y objetivos de IoT. Posteriormente, se muestran los retos y principales problemas científicos involucrados en el desarrollo de Internet. Por otra parte, presenta el actual proyecto de investigación apoyado por el programa de investigación básica Nacional de China (programa 973).

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<p>Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2012, December). <i>Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges.</i></p>	<p>2012 KEYWORDS <i>-Internet of Things, ubiquitous computing, RFID, IoT architecture, IoT applications, IoT security.</i></p>	<p>Este documento aborda las tendencias de desarrollo existentes, la arquitectura genérica de IoT, sus características y posibles aplicaciones futuras. Este papel también prevé que los principales desafíos asociados al desarrollo de Internet. El IoT está consiguiendo cada vez mayor popularidad de la academia, industria y Gobierno que tiene el potencial para traer importantes beneficios personales, profesionales y económicos.</p>
<p>Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). <i>The internet of things: A survey.</i></p>	<p>2010 KEYWORDS <i>Internet of Things, Pervasive computing, RFID systems</i></p>	<p>Este documento aborda la Internet de las cosas. Principal factor de este paradigma prometedor de que es la integración de varias soluciones de tecnologías y las comunicaciones. Esta encuesta está dirigida a aquellos que quieren acercarse a esta compleja disciplina y contribuir a su desarrollo. Se reportan diferentes visiones de este paradigma de Internet de las cosas y tecnologías de apoyo.</p>
<p>Callaghan, V. (2012). <i>Buzz-Boarding: practical support for teaching computing based on the internet-of-things.</i></p>	<p>2012 KEYWORDS <i>Embedded-Computing, Internet-of-Things, Educational-Technology,</i></p>	<p>En este trabajo se discuten los desafíos de educar a los estudiantes en nuevas tecnologías como el Internet de cosas. Con respecto a esto presenta un enfoque innovador (<i>Buzz-Boarding</i>), apoyo de laboratorio basado en enseñanza de estas ciencias recién emergente y habilidades de ingeniería. El objetivo principal de este trabajo es armar las universidades, los medios para apoyar la adquisición de estas destrezas</p>

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
	<i>School ICT</i>	por los estudiantes de una manera motivadora y eficaz.
Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M. (2013). <i>Educating the Internet-of- Things generation.</i>	2013 KEYWORDS <i>Internet of Things; Ubiquitous computing Computer sci ence education; Thi rd Industrial Revolution</i>	Rediseño del currículo de introducción a las Ciencias computacionales para poner Internet de las cosas en el centro de la experiencia de los estudiantes, en un curso llamado mi vida Digital. Permitiendo a los principiantes experimentar y aprender sobre tecnologías de Internet de las cosas.
Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). <i>Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization</i>	2011 KEYWORDS <i>Internet of Things (IoT) Interoperabilit y Security Privacy Network protocol Wireless networks</i>	Este artículo estudia el estado del arte de IoT y presenta los controladores tecnológicos claves, potenciales aplicaciones, retos y áreas de investigación futura en el dominio de las cosas.
Ning, H., & Hu, S. (2012). <i>Technology classification, industry, and</i>	2012 KEYWORDS <i>Internet of Things; U2IoT;</i>	Se presenta la visión de IoT y su predicción de fases de desarrollo, se introduce la necesidad de formación de personal calificado en colegios y a continuación, se analiza la relación entre IoT y la ciencia y tecnología.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<i>education for Future Internet of Things.</i>	<i>technology classification; industry; education</i>	
Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). <i>Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions</i>	2013 KEYWORDS <i>Internet of Things; Ubiquitous sensing; Cloud computing; Wireless sensor networks; RFID; Smart environments</i>	Este documento presenta una visión centrada en la nube para aplicación en todo el mundo de Internet de las cosas. Se discuten las tecnologías claves y dominios de aplicación que son capaces de conducir la investigación de IoT en el futuro cercano. Se presenta una visión de IoT ampliando sobre la necesidad de convergencia de WSN, Internet y computación distribuida dirigida a la comunidad de investigación tecnológica.
Tianbo, Z. H. A. N. G. (2012, November). <i>The internet of things promoting higher education revolution.</i>	2012 KEYWORDS <i>Internet of things, giant complexity, intelligent system, entiti information, higher education</i>	La educación superior y el Internet de las cosas deben ser sistemas inteligentes de gran complejidad. En esencia, Internet de las cosas es parte de Internet. IoT es una herramienta inteligente, donde una entidad puede ser virtual digital, para comunicar el mundo digital, para formar su propia red adaptativa y así lograr la armonía social. IoT están promoviendo cambios en la educación superior, cambios en la enseñanza, cambios en la gestión de aprendizaje y cambios de formación. Revolucionando la educación

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
	<i>reform, virtual schools</i>	superior.
ur Rahman, M., Deep, V., & Rahman, S. (2016, January). <i>ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India.</i>	2016 KEYWORDS ICT; IOT; <i>Information Technology; Education; Smart Learning.</i>	Instituciones educativas han ido más allá de la forma tradicional de aprendizaje aceptando las últimas tecnologías y tendencias modernas, haciendo el aprendizaje más innovador. La tecnología de comunicación de la información promete una amplia gama de aplicaciones y dispositivos para entornos de aprendizaje, considerando que la Internet de las cosas es abarca cómo conectar dispositivos, siendo inteligente y auto controlable.
Mehmood, R., Alam, F., Albogami, N. N., Katib, I., Albeshri, A., & Altowaijri, S. M. (2017). <i>UTiLearn: A Personalised Ubiquitous Teaching and Learning System for Smart</i>	2017 KEYWORDS <i>Special Section: Trends and Advances for Ambient Intelligence with Internet of Things (IoT) systems</i>	Propone una enseñanza ubicua personalizada y <i>e-Learning (UTiLearn)</i> que aprovecha el Internet de las cosas, <i>Big Data</i> , Supercomputación y un profundo aprendizaje para proporcionar mejor desarrollo, gestión y entrega de la enseñanza y el aprendizaje en contextos de la sociedad inteligente.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<i>Societies</i>		
Chin, J., & Callaghan, V. (2013, July). <i>Educational living labs: a novel Internet-of-Things based approach to teaching and research.</i>	2013 KEYWORDS <i>Internet-of-Things; Cloud-of-Things; End-User Programming; Intelligent Campus; Smart Boxes; Living Labs; Intelligent Environments; Education</i>	Aprovechar el Internet de cosas (IoT) como vehículo de enseñanza e investigación en educación. Argumentando que la Internet de cosas proporciona un tema altamente motivador para capturar la imaginación de los estudiantes y una plataforma perfecta para la enseñanza de Ciencias de la computación. Esta filosofía es parte de un movimiento más amplio que comenzó en la Unión Europea, llamado Living Labs.
Pruet, P., Ang, C. S., Farzin, D., & Chaiwut, N. (2015, June). <i>Exploring the Internet of “Educational Things” (IoET) in rural underprivileged areas</i>	2015 KEYWORDS <i>Internet of Things, ubiquitous computing, mobile learning, tablet computer, local wireless networks, computer education</i>	En este artículo, se presenta el diseño y desarrollo de una herramienta de enseñanza aprendizaje móvil de Internet de las cosas (IoT) para alumnos de escuelas primarias en zonas rurales desfavorecidas del norte de Tailandia. El objetivo es proporcionar una plataforma de aprendizaje móvil y una aplicación que funciona con tabletas existentes en las escuelas.

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
<p>Cheng, H. C., & Liao, W. W. (2012, February). <i>Establishing an lifelong learning environment using IOT and learning analytics.</i></p>	<p>2012 KEYWORDS <i>Internet of Things, IOT, Learning Analytics, Lifelong Learning</i></p>	<p>Este estudio intentó combinar internet de las cosas (IoT) y las técnicas de análisis de aprendizaje, para registrar y realizar el análisis del proceso de aprendizaje de los estudiantes, y les permiten a las escuelas obtener el apoyo necesario para establecer un entorno de aprendizaje eficaz.</p>
<p>Pei, X. L., Wang, X., Wang, Y. F., & Li, M. K. (2013). <i>Internet of things based education: Definition, benefits, and challenges.</i></p>	<p>2013 KEYWORDS <i>Internet of Things; Education; Mobile</i></p>	<p>Este artículo analiza el beneficio de internet en la educación basado en cosas, que trata principalmente de la más amplia cobertura geográfica y el acceso en tiempo real y la independencia. También se propone una nube basado en arquitectura de la educación móvil, que posee las características de flexibilidad y expansibilidad</p>
<p>Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). <i>Internet of things for smart cities.</i></p>	<p>2014 KEYWORDS <i>Smart City, network architecture, sensor system integration, service functions and management</i></p>	<p>Este documento ofrece un estudio exhaustivo de las tecnologías, protocolos y arquitectura propicio para una IoT urbana. Además, se presentan y discuten soluciones técnicas y directrices de mejores prácticas adoptadas en el proyecto de ciudad inteligente de Padova., una implementación de prueba de concepto de un área de IoT en la ciudad de Padova, Italia.</p>

Tabla 1. (Continuación)

TÍTULO	DATOS	RESUMEN
Campoverde, A. M., Hernández, D. L., & Mazón, B. E. (2015). <i>Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas.</i>	2015 KEYWORDS <i>Internet de las Cosas, IoT, Cloud Computing, herramientas open-source, SaaS.</i>	En este trabajo se presenta una estructura de <i>Cloud Computing</i> para IoT de tipo SaaS (Software as a Service), que aplica herramientas open source seleccionadas en base a un estudio técnico. El objetivo de este trabajo consiste en definir una estructura a nivel de Cloud que permita implementar cualquier aplicación en el ámbito de IoT.

Fuente: Elaboración propia.

En la mayoría de los artículos consultados se evidencia la tendencia para aplicar conceptos y técnicas de IoT para fortalecer los procesos educativos en diferentes ámbitos, tales como la transformación de cursos STEM de tal manera que integren Aprendizaje basado en IoT (He, J., Lo, D. C. T., Xie, Y., & Lartigue, J., 2016, October), también se encontraron propuestas para rediseñar currículo de Ciencias computacionales para que integre tecnología IoT en su contenido (Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M., 2013), lo cual favorece el aprendizaje de esta tecnología que sumada al e-learning (Vharkute & Wagh, 2015) , permite potencializar el uso de este tipo de metodologías con fines educativos y revolucionando la educación superior. (Tianbo, Z. H. A. N. G., 2012, November).

Jing He y sus colegas, en su artículo “Integrating Internet of Things (IoT) into STEM Undergraduate Education”, proponen la creación de un curso de laboratorio para sistemas embebidos, basados en Raspberry Pi y Arduino. De igual manera la inclusión de este tipo de temas en diferentes asignaturas de ciencia y tecnología. (He, J., Lo, D. C. T., Xie, Y., & Lartigue, J., 2016, October).

Existen dos proyectos similares, uno en Tailandia (OBSY) dirigido a estudiantes de áreas rurales a nivel de educación primaria (Pruet, P., Ang, C. S., Farzin, D., & Chaiwut, N., 2015, June) y el segundo denominado Buzz-Boarding que consiste en utilizar placas de hardware ARM encadenadas para crear soluciones de tipo IoT, utilizando la plataforma en línea denominada Mbed . (Callaghan, V., 2012).

En la Tabla 2, comparamos proyectos similares al presente trabajo, resaltando las similitudes que se pueden considerar aportes al presente proyecto y las diferencias que permiten apreciar las bondades del presente proyecto.

Tabla 2. Proyectos similares

PROYECTO	SIMILITUDES	DIFERENCIAS
OBSY	Educativo Aprendizaje activo	Nivel Primaria
Buzz-Boarding	Educativo Aprendizaje activo Pedagogía Constructiva Rediseño por estudiantes	Solo placas ARM
Integrating IoT into STEM	Educativo Aprendizaje activo Propone incluir temas IoT en asignaturas	Requiere fundamentos de programación

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.2 Análisis y selección del software libre requerido

Después de analizar y comparar las diferentes herramientas de software libre existentes para la implementación de Internet de las Cosas, tomando como criterio de evaluación su función, se determinó que tres herramientas de software a saber: Node-RED, Eclipse IoT y OpenHUB podían cumplir con las expectativas esperadas para la ejecución del proyecto. Para seleccionar el software más idóneo se realizó una comparación mediante la Tabla 3, donde se determinó que Node-RED resultó ser la mejor alternativa por su simplicidad para iniciar un proyecto de este tipo y además se encuentra preinstalado en el Raspberry Pi, que es el hardware seleccionado para la implementación de la solución. Adicionalmente cuenta con un gestor de paquetes de node (npm), que puede ser usado para aumentar los nodos disponibles con sus diferentes servicios. De hecho, existen muchos nodos desarrollados por colaboradores externos que brindan una gran cantidad de soluciones para posibles aplicaciones en la plataforma. La herramienta es muy amigable en ambiente gráfico, lo que permite desarrollar aplicaciones sin tanto código de por medio, facilitando su utilización por parte de personas con pocos conocimientos técnicos en desarrollo de aplicaciones, como por ejemplo estudiantes en proceso de formación.

A continuación, se presenta la Tabla 3, de las herramientas de software consideradas para la elaboración de material didáctico.

Tabla 3. Comparativo de herramientas de software libre para IoT.

Característica	Eclipse IoT	OpenHUB	Node-RED
Función que cumple	Plataforma de Desarrollo	Plataforma IoT	Plataforma IoT
Requiere Programación	SI	No	No
Plataforma Web	SI	SI	SI
Instalable local	SI	No	SI
Configuración remota	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

2.3.2.3 Requerimientos de Hardware y Software

Se configuró un ambiente de trabajo, con los equipos necesarios para la instalación y puesta en funcionamiento del software Node-RED, para ello se consideraron tres alternativas de placas de cómputo para implementación de soluciones IoT, como son: Raspberry PI 3, BeagleBoard rev C y Orange Pi plus, todas con un costo en el mercado alrededor de \$200.000 pesos, cuyas características destacamos en la tabla 4.

Tabla 4: Comparación de Raspberry PI 3, BeagleBoard Black rev C y Orange Pi

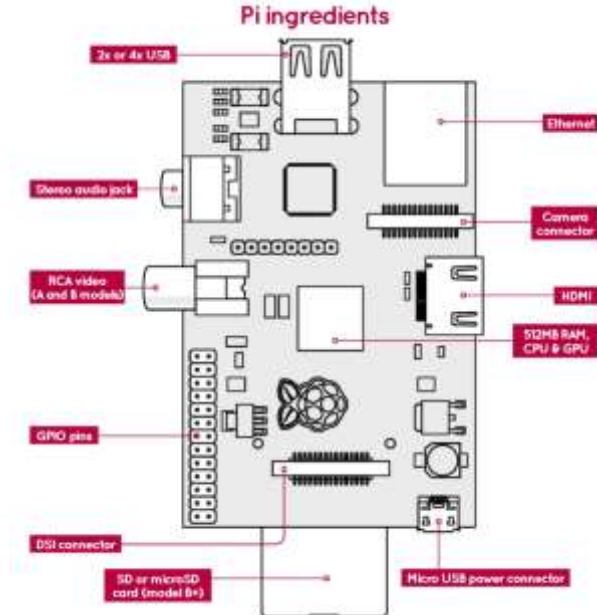
	Raspberry Pi 3 model B	Beagleboard Black rev C	Orange Pi Plus
Procesador	1.2 GHz quad core	1 GHZ ARM	H3 Quad-core Cortex-A7 H.265/HEVC 4K
RAM	1 GB SDRAM	512 MB DDR3	1GB DDR3
Almacenamiento	microSD	4 GB flash, microSD	TF card (Max. 64GB) / MMC card slot / Sata
S.O.	Raspbian	Debian Linux	Android, Ubuntu, Debian, Raspberry Pi Image
USB	4 x USB	1 x USB	4 x USB
Red	10/100 Ethernet, Wifi, Bluetooth 4.1	10/100 Ethernet	10/100/1000 Ethernet, Wifi
Alimentación	5 VDC	5 VDC	5 VDC
GPIOs	40 pins	92 pins	40 pins
Entrada Video	Camara de 15 pines	NO	CSI input connector Camera
Puerto Audio	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Para este proyecto se seleccionó la placa Raspberry PI 3, debido a su conectividad de Red y a la gran cantidad de literatura de soporte disponible, no obstante las bondades de las placas BeagleBoard con sus 92 pines GPIO y la placa Orange Pi con mayor almacenamiento, puertos USB. Adicionalmente el software Node-Red se encuentra preinstalado en el sistema operativo Raspbian nativo para la placa Raspberry Pi, siendo totalmente compatible con Raspberry, lo cual favorece la implementación de cualquier solución orientada al Internet de las Cosas.

En la figura 6, se presenta un diagrama de la placa Raspberry donde se señalan los componentes mencionados en la tabla 4, y su distribución física.

Figura 6. Diagrama placa Raspberry Pi.



Fuente: (Pi, R, 2013)

De esta manera el hardware y software seleccionado para este proyecto es el siguiente:

- Un Computador de escritorio Core I5, 8 GB Ram, HD 1 TB.
- Una placa Raspberry Pi 3, una tarjeta SD 32 Gb, fuente de poder.
- Kit de sensores para Raspberry.
- Kit electrónico, compuesto por: protoboard, resistencias, cables de conexión, botones, entre otros.
- Sistema operativo Windows 10 para el PC. Licenciado con el PC.
- Sistema operativo Raspbian para el Raspberry. Licencia Open Source.
- Software Node-Red, preinstalado en Raspberry. Licencia apache 2.0 Open Source.

Esta combinación de hardware y software resulta muy económica en recursos de tiempo y dinero, debido al bajo costo de los implementos y a la facilidad de consecución de los mismos.

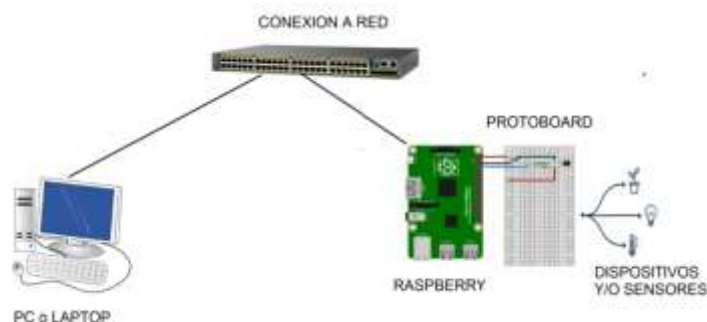
2.3.2.4. Diseño y elaboración de material didáctico

Contando con herramientas de software y hardware debidamente seleccionadas, se procede a la elaboración de material didáctico educativo que mediante el uso de software libre que permita utilizar Internet de las Cosas para apoyar procesos educativos de diferente índole. Para tal fin se establecen los siguientes pasos.

Instalación de la estructura de trabajo.

Inicialmente se hace necesario descargar el sistema operativo Raspbian y se almacena en una memoria MicroSD de 8GB mínimo, en nuestro caso se utilizó una memoria de 32 GB. Posteriormente se requiere conectar el Raspberry Pi, a una pantalla de computador o a un televisor con conexión HDMI, también se necesita de un teclado con interfaz USB y un mouse USB eventualmente, esta conexión es solo para instalar el sistema operativo y la configuración inicial del Raspberry Pi, ya que después se utilizan los servicios SSH y VNC para conexión y control remoto de la placa Raspberry. Este esquema se aprecia en la figura 7, en la cual se puede observar que en el prototipo de laboratorio se utiliza un tablero protoboard para la conexión de los dispositivos y sensores que se desean controlar mediante el software Node-Red. En la figura 8 se observa una versión del resultado del prototipo.

Figura 7. Estructura física del prototipo.



Fuente: Elaboración del Autor.

En la estructura física la comunicación se puede realizar por WiFi, gracias a que el Raspberry tiene integrada esta funcionalidad.

Figura 8. Fotografía del Circuito



Fuente: elaboración propia.

Instalación del Software Requerido

Inicialmente se instala el sistema operativo Raspbian en la placa raspberry. Durante este procedimiento se configuran los servicios de SSH y VNC, para acceso remoto vía terminal de caracteres y control remoto gráfico respectivamente. En el PC se instala un cliente SSH y un cliente VNC para el acceso remoto. Una vez configurados los accesos no se requiere pantalla ni teclado en la placa Raspberry.

Después de configurado el Raspberry se procede a la instalación o actualización del software Node-Red (el cual se encuentra preinstalado en la placa Raspberry Pi 3), también se instala o actualiza el gestor de paquetes de Node-Red denominado NPM.

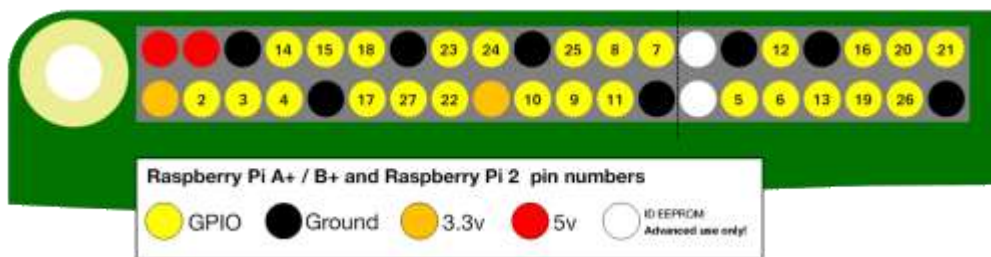
Luego de instalar o actualizar Node-Red y NPM, se puede acceder vía web al paquete Node-Red, mediante la conexión <http://192.168.1.104:1880> (previamente iniciado el servicio del paquete Node-Red), Para ingresar a la aplicación, como lo muestra la figura 5. (donde 192.168.1.104 es la dirección IP de la placa Raspberry).

Diseño de soluciones con fines educativos.

Una vez configurado el ambiente de trabajo, con las herramientas necesarias (basadas en software Open Source), es necesario identificar algunos elementos físicos de la placa Raspberry que permitirán la elaboración de los diferentes escenarios de aprendizaje. Para ello necesitamos conocer los siguientes componentes de Raspberry:

Diagrama de Pines Raspberry:

Figura 9. Diagrama de Pines Raspberry Pi.



Fuente: <https://www.raspberrypi.org>

En la figura 9, Se pueden observar pines identificados como: 3.3v, 5v, GP2, GP, según el color correspondiente. Estos se describen en la tabla 5, a continuación.

Tabla 5. Descripción de pines Raspberry PI

3.3V	3.3 voltios	Cualquier elemento que se conecte en este pin recibirá 3.3V de poder
5V	5 voltios	Cualquier elemento que se conecte en este pin recibirá 5V de poder
GND	tierra	Cero voltios, se utiliza para completar un circuito
GP2	GPIO pin 2	Estos pines son de propósito general, se pueden configurar como entradas o salidas de señales según la necesidad.
ID_SC/ ID_SD/	Pines de	

DNC	propósito especial	
-----	-----------------------	--

Fuente: <https://www.raspberrypi.org>

Con el ambiente de trabajo instalado y configurado se diseñaron experimentos prácticos de hardware y software para ser desarrollados por estudiantes de ingeniería, en los cuales el ambiente gráfico del software Node-Red juega un papel importante, ya que permite que los usuarios sin conocimientos previos de programación puedan crear programas y soluciones de tipo IoT de una manera intuitiva, con la asistencia del instructor, siguiendo los pasos de una guía de trabajo preparada y contando con el diagrama de la figura 9 que indica los pines de la placa Raspberry y sus funcionalidades.

Entre los experimentos realizados tenemos los siguientes:

Detección de movimientos mediante sensor PIR, el cual tiene aplicación en alarmas para detección de intrusos

Medición de temperatura y humedad, ya sea interna o externa.

Medición de luminosidad.

Medición de distancia de un objeto.

Todos estos experimentos permiten derivar en laboratorios aplicados a las ciencias como Física, Química, Matemática, entre otras. También para la aplicación en medios industriales, hogares inteligentes, agricultura, así como se mencionaron en el capítulo 1.3 del presente documento. En la figura 10, se aprecia una variedad de sensores y elementos que se pueden interconectar para construir diferentes ambientes de tipo educativo en diferentes áreas del conocimiento.

Figura 10. Variedad de Sensores



Fuente: elaboración propia.

2.3.2.5 Diseño y aplicación de Instrumentos

Para validar la hipótesis planteada se diseñó una encuesta de satisfacción, la cual fue aplicada a estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre Seccional Barranquilla (Institución en la cual me desempeño actualmente como docente catedrático). Para llevar a cabo dicha validación se realizó una presentación a los estudiantes, donde se presentó el prototipo y en la cual se pudo apreciar de qué manera se interactúa con la herramienta Node-RED.

Una vez concluida la presentación se solicitó el diligenciamiento de la encuesta ver Anexo 1, la cual se implementó mediante la herramienta de Google para tal fin. A las presentaciones asistieron un poco más de 50 estudiantes, pero solo 40 respondieron la encuesta.

El instrumento (encuesta), se diseñó basado en una encuesta similar elaborada por el Ingeniero Gustavo Ramírez González en su Tesis de doctorado titulada “Evaluación de Introducción de Internet de Objetos en espacios de Aprendizaje”, la cual data del año 2010. (Ramirez Gonzalez, 2010)

4. EXPERIMENTACIÓN Y RESULTADOS

El análisis de resultados está basado en la aplicación de la encuesta de satisfacción para medir el grado de aceptación del prototipo, para ello se presentaron tres experimentos diseñados para la interacción con el público objetivo que estuvo conformado por estudiantes de Ingeniería Industrial e Ingeniería de sistemas de la Universidad Libre de Barranquilla, los cuales fueron seleccionados por la conveniencia de ser parte de cursos a cargo del autor en asignaturas impartidas en la universidad antes mencionada.

Los experimentos realizados se encuentran consignados en el manual del Usuario para la implantación y puesta en marcha del prototipo diseñado.

Ficha Técnica

Tipo de Estudio: Encuesta de satisfacción

Fecha de aplicación: 8 y 9 de junio de 2017

Población Objetivo: Estudiantes de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Libre de Barranquilla, entre primero y quinto semestre.

Tamaño de la Muestra: 40 estudiantes

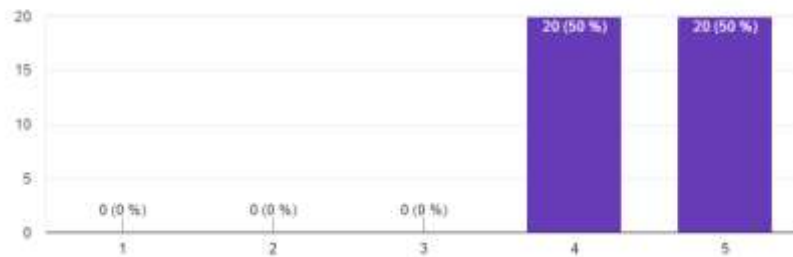
Encargado de la Muestra: El autor

A continuación, encontramos los gráficos de la encuesta aplicada por medio de la Herramienta Encuestas de Google, los cuales reflejan los resultados encontrados y se explican a continuación:

Figura 11. Gráfico pregunta No. 1 de la encuesta

1. Cómo califica su grado de motivación personal frente a esta herramienta como material didáctico de soporte al aprendizaje?

40 respuestas



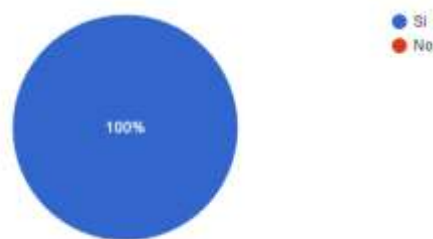
Fuente: herramienta Formularios Google

Este resultado indica un alto grado de interés por aprender más sobre la aplicación de este tipo de herramientas.

Figura 12. Gráfico pregunta No. 2 de la encuesta

2. Le gustaría conocer más aplicaciones como herramienta didáctica?

40 respuestas



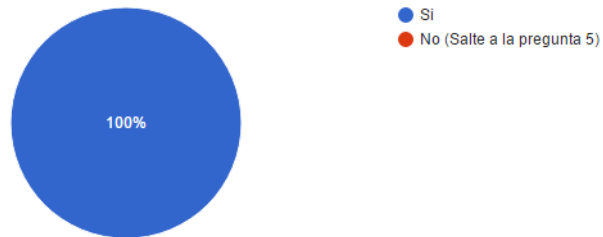
Fuente: herramienta Formularios Google

Esta respuesta indica alta expectativa por conocer más acerca de la temática.

Figura 13. Gráfico pregunta No. 3 de la encuesta

3. Considera que esta forma de herramienta didáctica aporta beneficios al aprendizaje?

40 respuestas



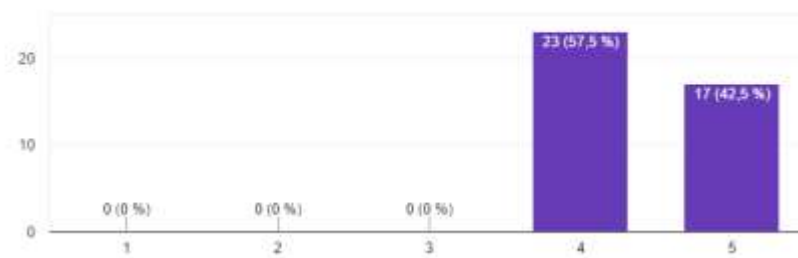
Fuente: herramienta Formularios Google

Este resultado permite inferir una expectativa positiva sobre el resultado de la herramienta didáctica en ambientes de aprendizaje.

Figura 14. Gráfico pregunta No. 4 de la encuesta

4. Si considera que sí aporta beneficios, por favor indique en qué grado:

40 respuestas



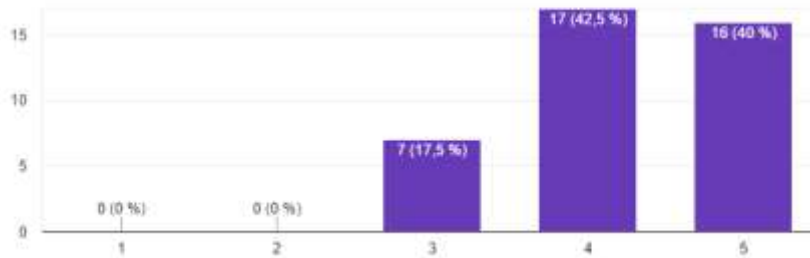
Fuente: herramienta Formularios Google

De acuerdo a la perspectiva de cada encuestado los beneficios pueden ser altos y muy altos.

Figura 15. . Gráfico pregunta No. 5 de la encuesta

5. Con esta forma de interacción didáctica que acaba de conocer, comparándola con la forma tradicional de clases ¿Cómo estimaría usted el nivel de aprendizaje?

40 respuestas



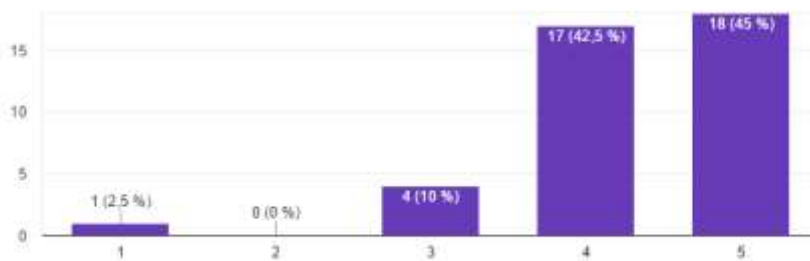
Fuente: herramienta Formularios Google

El 82.5% de los encuestados considera que el nivel de aprendizaje se encuentra en niveles altos.

Figura 16. . Gráfico pregunta No. 6 de la encuesta

6. Teniendo en cuenta que la herramienta de trabajo es gráfica. ¿Cómo calificaría en general la facilidad de uso de la misma?

40 respuestas



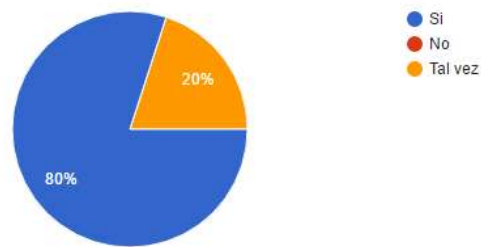
Fuente: herramienta Formularios Google

El 87.5% de los encuestados considera que se facilita el uso de la herramienta gracias al ambiente gráfico de trabajo que provee Node-Red. Permitiendo al estudiante diseñar sus propias aplicaciones didácticas con un poco de práctica en el prototipo.

Figura 17. Gráfico pregunta No. 7 de la encuesta

7. Considera que este tipo de herramienta didáctica. ¿Debería aplicarse en más asignaturas?

40 respuestas



Fuente: herramienta Formularios Google

El 80% considera que ésta prototipo se puede aplicar a varias asignaturas y el 20% manifiesta lo mismo con un pequeño grado de duda.

Después de revisar los resultados obtenidos, se puede evidenciar en este estudio que la hipótesis planteada, “El software libre permite utilizar el Internet de las cosas para crear material didáctico como apoyo a procesos educativos”, se cumple plenamente y resulta motivante para adelantar el desarrollo de herramientas didácticas para diferentes áreas de aprendizaje.

Como parte de los resultados del proyecto se propuso a la Universidad Libre incluir dentro del plan curricular del programa de Ingeniería de Sistemas, la temática de Internet de las Cosas como apoyo a procesos de aprendizaje en diferentes asignaturas. Es así como La Universidad Libre de Barranquilla se encuentra en proceso de adquisición de 12 Kits compuestos por Placas Raspberry PI, sensores y accesorios necesarios para la

implementación de laboratorios de desarrollo en Internet de Las Cosas. Inicialmente, los docentes de asignaturas como Redes, Sistemas Operativos, Arquitectura del computador e Ingeniería de Software recibieron el aval para incluir IoT como un tema aplicable al desarrollo curricular y también se estudiará posteriormente la alternativa de incluir dentro de las asignaturas Electivas tecnológicas un currículo dedicado a Internet de las Cosas. Estas temáticas y/o asignatura se desarrollarán en forma de prácticas de laboratorio. Como resultado de esta investigación se derivó un artículo titulado “Internet de las Cosas y Herramientas de Software Libre aplicadas a la Educación”, el cual ha sido aceptado para ser publicado en la próxima edición de la revista indexada INGENIARE de la facultad de ingeniería de la Universidad Libre de Barranquilla.

5. CONCLUSIONES

El internet de las cosas (IoT) está cambiando la manera como se utiliza la tecnología en beneficio de los seres humanos y del entorno que nos rodea. Es así como cada día se incrementa el número de elementos (objetos) interconectados para brindar información en tiempo real sobre el entorno y sus características. Existen múltiples aplicaciones en el campo de la medicina, agronomía, transporte, infraestructura física de viviendas, edificios y ciudades enteras (denominados entornos inteligentes).

La educación no está distante de estas nuevas tecnologías y es así como este trabajo de tesis valida esta afirmación, ya que mediante la búsqueda de material bibliográfico se encontró una variedad de herramientas de Software Libre factibles de interactuar con Internet de las Cosas para elaborar material Didáctico Educativo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede afirmar que los encuestados quedaron motivados para el uso de internet de las cosas en el aula de clases, partiendo de que se trata de un prototipo para desarrollar material didáctico orientado a los diferentes ámbitos de estudio.

La investigación realizada sirve de aporte base para la adopción e implementación del Internet de las Cosas, sumado a Herramientas de Software Libre para el desarrollo de herramientas didácticas orientadas a diferentes ámbitos educativos, donde las instituciones de educación primaria, secundaria, técnica, tecnológicas y de estudios profesionales pueden hacer uso de esta tecnología de una manera accesible en el orden económico y tecnológico. En el caso específico de la población objetivo se observa un alto grado de interés en participar de este tipo de actividades, lo que motiva al autor a la creación de por lo menos un semillero de investigación sobre temas relacionados con el presente trabajo de tesis

6. RECOMEDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Se recomienda la realización de nuevas experiencias con diferentes prototipos y en diferentes escenarios de aulas de clase, como colegios de bachillerato, escuelas de primaria y jardines infantiles. En cada caso aplicando una metodología y un modelo acorde con cada población objetivo, lo que permitiría revalidar la propuesta de investigación.

Se sugiere el diseño de herramientas didácticas para diferentes áreas del saber, como matemáticas, química, lingüística entre otras. De igual manera para entornos ubicados en el campo se puede desarrollar un modelo educativo de tipo agropecuario que permita aprender sobre las actividades cotidianas de dicho entorno recolectando información relevante para el campesino.

Para el desarrollo de nuevas experiencias se pueden utilizar varias de las herramientas de software libre disponibles. Es así como se recomienda Node-RED u OpenHUB para personas con pocos conocimientos en programación y Eclipse IoT o Lenguajes de programación como Python y JavaScript para aquellas personas con buenos conocimientos en programación.

Referencias

- Alcaraz, M. (s.f.). *Internet de las Cosas*. Asunción: Universidad Católica Nuestra señora de la Asunción.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- Bandyopadhyay, D., & Sen, J. (2011). Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1), 49-69.
- BBVA. (Agosto de 2015). *BBVA API_MARKET*. Recuperado el junio de 2017, de <https://bbvaopen4u.com/en/actualidad/open-source-internet-things-platforms-and-applications-developers>
- Beagleboard. (2017). *Beagleboard.org*. Recuperado el 06 de 2017, de <https://beagleboard.org/black>
- Callaghan, V. (2012). Buzz-Boarding; practical support for teaching computing based on the internet-of-things. *The Higher Education Academy-STEM*.
- Campoverde, A. M., Hernández, D. L., & Mazón, B. E. (2015). Cloud computing con herramientas open-source para Internet de las cosas. *Maskana*, 6(Supl.), 173-182.
- Cano, J. C., Calafate, C. T., Malumbres, M. P., & Manzoni, P. . (2008). Redes Inalámbricas Ad Hoc como Tecnología de Soporte para la Computacion Ubicua.
- Cheng, H. C., & Liao, W. W. (2012, February). Establishing an lifelong learning environment using IOT and learning analytics. *In Advanced Communication Technology (ICACT)*, 2012 14th International Conference on (pp. 1178-1183). IEEE.
- Chin, J., & Callaghan, V. (2013, July). Educational living labs: a novel Internet-of-Things based approach to teaching and research. *In Intelligent Environments (IE)*, 2013 9th International Conference on (pp. 92-99). IEEE.
- com.nimbits. (2017). *nimbits*. Recuperado el junio de 2017, de <http://bsautner.github.io/com.nimbits/>
- Contiki. (2017). *Contiki*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.contiki-os.org/>

- Eclipse IoT. (2017). *EclipseIoT*. Recuperado el junio de 2017, de <https://iot.eclipse.org/>
- Evans, D. (2011). How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. *Cisco Internet of Things White Paper*.
- Fernandez, G. C., Ruiz, E. S., Gil, M. C., & Perez, F. M. (2015, February). From RGB led laboratory to servomotor control with websockets and IoT as educational tool. *In Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, 2015 12th International Conference on (pp. 32-36). IEEE.
- FSF. (2015). *Sistema Operativo GNU*. Obtenido de Que es Software Libre: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7), 1645-1660.
- Guo, B., Zhang, D., Wang, Z., Yu, Z., & Zhou, X. (2013). Opportunistic IoT: exploring the harmonious interaction between human and the internet of things. *Journal of Network and Computer Applications*, 36(6), 1531-1539.
- He, J., Lo, D. C. T., Xie, Y., & Lartigue, J. (2016, October). Integrating Internet of Things (IoT) into STEM undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for embedded system course. *In Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2016 IEEE (pp. 1-9). IEEE.
- Institute For Microelectronics. (2017). *TU wien*. Recuperado el junio de 2017, de <http://www.iue.tuwien.ac.at/cse/index.php/projects/120-iotsys-internet-of-things-integration-middleware.html>
- Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2012, December). Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges. *In Frontiers of Information Technology (FIT)*, 2012 10th International Conference on (pp. 257-260). IEEE.
- Kinoma. (2017). *Kinoma*. Recuperado el junio de 2017, de <http://kinoma.com/create/>
- Kortuem, G., Bandara, A. K., Smith, N., Richards, M., & Petre, M. (2013). Educating the Internet-of-Things generation. *Computer*, 46(2), 53-61.

- Ma, H. D. (2011). Internet of things: Objectives and scientific challenges. *Journal of Computer science and Technology*, 26(6), 919-924.
- Ning, H., & Hu, S. (2012). Technology classification, industry, and education for Future Internet of Things. *International Journal of Communication Systems*, 25(9), 1230-1241.
- Nodered.org. (2017). *Node-RED*. Recuperado el junio de 2017, de <https://nodered.org/>
- OpenHub. (2017). Recuperado el junio de 2017, de <https://www.openhub.net/>
- Orange-Pi. (2017). *Orangepi project*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.orangepi.org/>
- Pei, X. L., Wang, X., Wang, Y. F., & Li, M. K. (2013). Internet of things based education: Definition, benefits, and challenges. In *Applied Mechanics and Materials*, (Vol. 411, pp. 2947-2951). Trans Tech Publications.
- Pi, R. (2013). Raspberri Pi. Raspberri Pi, 1,1.
- Pruet, P., Ang, C. S., Farzin, D., & Chaiwut, N. (2015, June). Exploring the Internet of “Educational Things”(IoET) in rural underprivileged areas. In *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, 2015 12th International Conference on (pp. 1-5). IEEE.
- Ramirez Gonzalez, G. A. (2010). *Evaluación de Introducción de Internet de Objetos en Espacion de Prendizaje*. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid.
- Riot-OS. (2017). *Riot-OS*. Recuperado el junio de 2017, de <https://www.riot-os.org/>
- Stanford University. (2017). *TinyOS*. Recuperado el junio de 2017, de http://tinyos.stanford.edu/tinyos-wiki/index.php/Main_Page
- Tianbo, Z. H. A. N. G. (2012, November). The internet of things promoting higher education revolution. In *Multimedia Information Networking and Security (MINES)*, 2012 Fourth International Conference on (pp. 790-793). IEEE.
- ur Rahman, M., Deep, V., & Rahman, S. (2016, January). ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India. 2016 6th International Conference (pp. 701-704). IEEE.

- Vharkute, M. &. (April de 2015). An architectural approach of internet of things in E-Learning. In communications and signals processing (ICCSP). *2015 International Conference. on (p.p. 1773-1776). IEEE.*
- Vharkute, M., & Wagh, S. (April de 2015). An architectural approach of internet of things in E-Learning. In communications and signals processing (ICCSP). *2015 International Conference. on (p.p. 1773-1776). IEEE.*
- Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1), 22-32.

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de Investigación

Instrumento: Encuesta Evaluación de la Experiencia

Objetivo: Determinar el grado de satisfacción y aceptación con relación al prototipo

CUESTIONARIO EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Nombre: _____

Su opinión es muy importante. Por favor responda las siguientes preguntas sobre su experiencia.

1. Cómo califica su grado de motivación personal frente a esta herramienta como material didáctico de soporte al aprendizaje?

Muy alto

Alto

Medio

Bajo

Muy Bajo

2. Le gustaría conocer más aplicaciones como herramienta didáctica?

Si

No

Tal vez

3. Considera que esta forma de herramienta didáctica aporta beneficios al aprendizaje?

Si

No (Salte a la pregunta 5)

4. Si considera que sí aporta beneficios, por favor indique en qué grado:

Muy alto

Alto

Medio

Bajo

Muy Bajo

5. Con esta forma de interacción didáctica que acaba de conocer, comparándola con la forma tradicional de clases ¿Cómo estimaría usted el nivel de aprendizaje?

Se aprende mucho más que en clase

Se aprende más que en clase

Se aprende igual que en clase

Se aprende menos que en clase

Se aprende mucho menos que en clase

6. Teniendo en cuenta que la herramienta de trabajo es gráfica. ¿Cómo calificaría en general la facilidad de uso de la misma?

Muy alta

Alta

Media

Baja

Muy Baja

7. Considera que este tipo de herramienta didáctica. ¿Debería aplicarse en más asignaturas?

Si

No

Tal vez

Instrumento basado en (Ramirez Gonzalez, 2010, p. 292)