



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

TENDENCIAS EN EDUCACIÓN UTILIZANDO DISPOSITIVOS IOT

AUTOR

Kevin Alexander Pérez Pachacama

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

TENDENCIAS EN EDUCACIÓN UTILIZANDO DISPOSITIVOS IOT

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Información

Profesor Guía

Ing. Luis Santiago Criollo Caizaguano. MsC

Autor

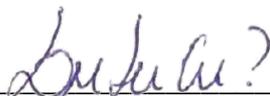
Kevin Alexander Pérez Pachacama

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Tendencias en educación utilizando dispositivos IoT, a través de reuniones periódicas con el estudiante Kevin Alexander Pérez Pachacama, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



Luis Santiago Criollo Caizaguano
Máster en Redes de Comunicaciones
CI: 1717112955

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Tendencias en educación utilizando dispositivos IoT, del estudiante Kevin Alexander Pérez Pachacama, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ángel Gabriel Jaramillo Alcázar', written over a horizontal line.

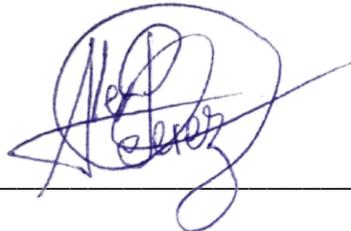
Ángel Gabriel Jaramillo Alcázar

Magister en Gerencia de Sistemas y Tecnologías de la Información

CI: 1717112955

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.



Kevin Alexander Pérez Pachacama

CI: 1720653417

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por motivarme cada día a seguir adelante y poner en mi camino cada cosa y persona en el momento adecuado para poder cumplir con una de mis metas. A su vez, a mis padres, tíos, hermanos y abuelitos, que con su indispensable ayuda aportaron para permitirme obtener este ansiado logro. Así también, a los profesores de la universidad que compartieron sus conocimientos para formarme como un profesional. Finalmente, y no menos importante, a Belén, por su gran apoyo en estos agotadores meses.

DEDICATORIA

Este trabajo, de todo corazón, se lo dedico a las tres personas que más quiero y admiro en el mundo: mi madre Irene, mi tío David y mi tía Karina. Son fuente de motivación e inspiración cada día en mi vida. Es una recompensa mínima que les obsequio después de todo lo que me han brindado.

RESUMEN

El Internet de las Cosas (*IoT*) ha llamado mucho la atención en el mundo en los últimos años, puesto que es una tecnología que promete un gran avance en diversos aspectos de la vida, permitiendo conectar casi todo a Internet. Por ello, el presente trabajo de titulación se enfocará en estos dispositivos, pero direccionado al campo educativo.

Es así como, se realizó la búsqueda de cuáles dispositivos *IoT* en la actualidad se están implementando; basados en publicaciones encontradas en diferentes repositorios científicos accesibles a través de Internet. Donde se pudo extraer varias ideas a analizar como importancias y beneficios tanto para el profesor como el estudiante, de lo que implica aplicar esta tecnología en los diferentes centros educativos y, como en todo, se puede evidenciar las problemáticas que puede traer su implementación.

Además, dentro de *IoT* se halla un subtipo interesante, que son los *wearables* o dispositivos vestibles que es una tecnología que se puede llevar puesta o tener cerca del cuerpo, por lo que los fines que se les puede dar en educación son muy variados y de igual forma son versátiles en cualquier otro campo.

Finalmente, se realizó un análisis de los artículos encontrados, donde se obtuvieron resultados respecto a los países y años de publicación, y a su vez, características de los diferentes dispositivos. En conclusión, esto da un indicio que se debe tener en cuenta para innovar en los procesos educativos.

Palabras clave: *IoT*, *wearables*, educación, dispositivos.

ABSTRACT

The Internet of Things (IoT) has attracted a lot of attention in the world in recent years, since it is a technology that promises a breakthrough in various aspects of life, allowing almost everything to be connected to the Internet. For this reason, the present degree work will center on these devices, but focus on the educational field.

Thus, a search was made of which IoT devices are currently being implemented based upon publications found in different scientific sources accessible through the Internet. Where it was made possible to extract various ideas to analyze as importance and benefits for both the teacher and the student, the implications of applying these technologies in the different educational centers and, as in everything, it can be seen the problems that its implementation can bring.

In addition, within the IoT there is an interesting subtype, which are wearables, a technology that can be worn or kept close to the body, so the purposes that can be given in education are very varied and they are equally versatile in any other field.

Finally, after analysis of these articles found were carried out, results were obtained with respect to the countries and years of publication, and characteristics of the different devices. In conclusion, this gives the hint of what must be taken into account in being a part of the innovation of the educational process.

Keywords: IoT, wearables, education, devices.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación	2
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Internet de las Cosas	3
2.1.1 Definición.....	3
2.1.3 Características	5
2.1.4 Arquitectura de Internet de las Cosas.....	5
2.1.5 Modelos de comunicación de IoT.....	8
2.1.6 Tendencias que está impulsando IoT	12
2.2 Dispositivos IoT	14
2.2.1 Definición.....	14
2.2.2 Características	14
2.2.3 Clasificación	15
2.2.3.1 Sensores y actuadores.....	15
2.2.3.2 Etiquetas inteligentes (Smart tags)	17
2.2.3.3 Sistemas de control embebidos	18
2.2.3.3 Vestibles (Wearables).....	19
2.3 Educación	22
2.3.1 Definición.....	22
2.4.2 Características	23
2.4 Iniciativas de uso de dispositivos IoT en educación	23
3. CAPÍTULO III. DESARROLLO	28
3.1 Metodología	28

3.2 Dispositivos IoT enfocados en educación	28
3.2.1 Pizarra digital interactiva.....	28
3.2.2 Pizarra inteligente o panel interactivo	29
3.2.3 Bolígrafo inteligente	30
3.2.7 Cámara IP	32
3.2.8 Iluminación Inteligente	32
3.2.9 Altavoz inteligente.....	33
3.2.10 Robot de telepresencia.....	33
3.2.11 <i>Beacons</i>	34
3.2.12 <i>Drones</i>	35
3.3 <i>Wearables</i> enfocados en educación	35
3.3.1 Gafas de realidad virtual y aumentada	35
3.3.2 Reloj inteligente (<i>Smartwatch</i>).....	36
3.3.3 Pulsera inteligente	36
3.3.4 Auriculares inteligentes.....	37
3.3.5 Ropa inteligente	38
3.4 Efectos de utilizar dispositivos IoT en educación	38
3.4.1 Beneficios.....	38
3.4.2 Problemática	40
3.5 Importancia del uso de dispositivos IoT	41
3.5.1 Para el profesor	41
3.5.2 Para el alumno.....	42
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS LITERARIO	43
4.1 Tablas de artículos sobre dispositivos IoT en educación	43
4.2 Tabla de países y centros de investigación sobre IoT en educación	48
4.3 Tabla comparativa de publicaciones por año.....	50
4.4 Tablas de características de dispositivos IoT en educación..	51
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57

5.1 Conclusiones	57
5.2 Recomendaciones	58
REFERENCIAS	60

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología está ligada al vivir diario de las personas y muchas veces puede pasar desapercibido. Con la evolución, han ido apareciendo diversas opciones en diferentes campos, dentro de este desarrollo, nace una idea de enlazar todo lo que está alrededor entre sí, esto se llama IoT (Internet of Things). La noción salta a partir del concepto de ciudades inteligentes, donde cualquier cosa, en cualquier lugar se puede conectar a Internet. Es así, que esta tecnología engloba cuatro puntos fundamentales que son: cosas, personas, procesos y datos (Mahmood et al., 2019).

En relación con las IoT está el uso de las TICs (Tecnologías de Información y Comunicación), que con su aparición han ayudado a mejorar los métodos de aprendizaje. Estas se relacionan con el uso de teléfonos, computadoras, herramientas audiovisuales e Internet para acceder a diversa información de cualquier parte del mundo. Con la contribución de las TICs, las personas logran acceder a una serie de servicios para instruirse de manera individual, interactiva, con bajos costos y sin importar distancias.

Continuando con lo que son las IoT, se encuentra un segmento que hace referencia a los *wearables*, que son dispositivos electrónicos que se hallan en alguna parte del cuerpo o en la ropa. Dentro de su diseño pueden incorporar diversos sensores como: GPS, giroscopio, podómetro, brújula, de luz, termómetro, micrófono, de ritmo cardíaco, entre otros. Estos sensores pueden estar implementados en smartwatches, smartbands, smart glasses y ropa inteligente, de los cuales los dos primeros lideran en el mercado a nivel mundial dentro de los dispositivos vestibles.

Entonces, conociendo estas tendencias tecnológicas antes nombradas, se podrá apoyar a un proceso de transformación para adquirir conocimiento de 2 mejor manera, pues como afirma Funso (2013) “El aprendizaje es un proceso global y responsabilidad de todos, siempre” (p.2).

1.1 Objetivo general

Definir las tendencias en la educación al utilizar dispositivos IoT.

1.2 Objetivos específicos

- Obtener información relevante sobre los diferentes dispositivos IoT que estén ligados con la educación.
- Identificar formas de utilización de dispositivos IoT en la educación.
- Explicar los beneficios de utilizar dispositivos IoT como una forma de adquirir información en los procesos educativos.

1.3 Alcance

El presente proyecto de titulación tiene como alcance elaborar un análisis sobre las tendencias para la educación, con el apoyo las tecnologías IoT. La documentación que servirá como guía será tomada de bases de datos científicas a las que la universidad tiene acceso.

Se describirán los datos más relevantes de los diferentes dispositivos. Del mismo modo, se explicarán los beneficios de como estos ayudan a perfeccionar la forma en que se puede adquirir conocimientos para mejorar el campo educativo.

1.4 Justificación

Como se conoce, la tecnología avanza cada día de manera rápida, pero esta suele direccionarse para dar mayor beneficio en el sector industrial, comercial, empresarial y hasta para usos bélicos. Por ello, el enfoque en el campo educativo es bajo, si bien, esto sucediera de manera opuesta, traería mayor provecho incluso para el resto de los sectores.

El uso de los diversos dispositivos IoT influye en la mejora de un aprendizaje más ágil y satisfactorio, en todas las personas. Permitiendo así, que se puedan

tener alcances en la educación que hoy parecen difíciles de lograr.

Además, debido al abundante conocimiento sobre tecnología que existe en la actualidad, las personas pueden llegar a ignorar cierta información, por ello es importante tener en cuenta las tendencias que hay para así poder utilizarlas y sacarles el mejor provecho, en este caso refiriéndose a la educación.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este apartado se explicarán diferentes conceptos relacionados con el tema a tratarse, que permitirán aclarar las ideas esenciales en cuanto a definición, características y clasificación del Internet de las Cosas, dispositivos IoT y educación. Todo esto será de vital importancia para un correcto entendimiento del desarrollo del presente proyecto.

2.1 Internet de las Cosas

2.1.1 Definición

Según Dorsemaine, Gaulier, Wary, Kheir y Urien (2015), para tener una definición correcta de Internet de las Cosas, *Internet of Things*, primero se debe tener en claro el significado de Dispositivos Conectados, estos forman parte de la infraestructura de IoT, explicado de mejor manera es un sensor o un conjunto de sensores que se pueden comunicar con otros dispositivos.

Partiendo de ello se afirman que, la forma correcta de referirse a IoT es como un grupo de infraestructuras que interconectan dispositivos inteligentes y que permiten su gestión, obtención de datos y acceso a la información que estos generan.

2.1.2 Historia del Internet de las Cosas

Kevin Ashton, investigador del MIT, fue la persona que mencionó por primera vez el término “Internet de las Cosas” en el año de 1999. Lo usó para detallar un sistema donde los objetos del mundo real puedan interactuar con Internet a través de sensores. El investigador resaltó este término para poder mostrar el potencial que tienen el conectar a Internet las etiquetas RFID (Radio Frequency Identification), que usaba en las cadenas de suministros para tener un control de los productos sin que haya intervención de alguna persona (Rose, Eldridge y Chapin, 2015).

A pesar de que el término *Internet of Things* (Internet de las Cosas) ha sido muy utilizado en los últimos años, el concepto que implica esta tecnología ya se ha venido utilizado desde mucho antes. Tal es el caso que en 1970 existía un sistema que permitía monitorear medidores de la red eléctrica de forma remota. Del mismo modo en Coca Cola, en los años 80, a través de la web se podía verificar el estado de las máquinas, por ejemplo, si las bebidas ya estaban frías. Sin embargo, se tiene el conocimiento del primer dispositivo que usó el protocolo IP para conectarse a Internet, y se trata de una tostadora, la cual se podía apagar y encender por medio de Internet y fue presentada en una conferencia en 1990 (Rose et al., 2015).



Figura 1. Tostadora conectada a Internet en 1990. Tomado de (Cedón, B., 2017)

2.1.3 Características

Según Patel, K y Patel, S (2016), especifican en su análisis que el Internet de las Cosas tiene ciertas características fundamentales, que son:

Interconectividad: Cualquier cosa puede estar conectada con el internet.

Servicios relacionados con cosas: Dentro de IoT se puede dar servicios relacionados con las “cosas”, es decir, que los dispositivos IoT pueden ser fuentes de beneficios para las personas.

Heterogeneidad: Los diferentes dispositivos que formen parte del IoT son heterogéneos, lo que implica que se basan y pueden interactuar con diferentes plataformas y redes.

Cambios dinámicos: El estado de los equipos IoT cambian dinámicamente, estos pueden ser dormido o despierto, conectado o desconectado; del mismo modo su ubicación, velocidad y cantidad de dispositivos pueden cambiar dinámicamente.

Gran escalabilidad: La cantidad de dispositivos que deben ser administrados y que se comunicarán entre sí, tendrá una magnitud mayor a la que se tienen hoy en día. Lo que implica mayor generación de datos y un respectivo manejo eficiente.

Seguridad: Debido a que por los dispositivos IoT cruzan información personal, los puntos finales, las redes y los datos deben procurar ser más seguros.

Conectividad: La conectividad posibilita la accesibilidad y compatibilidad de la red. La accesibilidad se encuentra en una red, mientras la compatibilidad da la capacidad común de obtener y generar datos.

2.1.4 Arquitectura de Internet de las Cosas

En el estudio que realizan Patel, K. y Patel, S. (2016), consideran dentro de la arquitectura de IoT cuatro capas, que son: sensor (dispositivo inteligente), red, servicio de gestión y aplicación.

Capa de sensor o dispositivo inteligente

Es la capa donde se encuentran los dispositivos inteligentes compuesto de sensores. Los sensores son los que dan la capacidad de conectar el mundo físico con el digital, a través de la recopilación y procesamiento de información en tiempo real. Del mismo modo, usan una conectividad con baja potencia y velocidad de datos.

Existen varios tipos, dependiendo el propósito. Ya sea para medir temperatura, calidad de aire, velocidad, humedad, presión, entre otros. En ocasiones pueden registrar las mediciones que hagan. Así mismo, se los puede agrupar de acuerdo con el propósito, por ejemplo, sensores corporales, ambientales, de electrodomésticos, etcétera. Esta capa del Internet de las Cosas es importante para el presente estudio, porque dentro de este grupo se encuentran los dispositivos inteligentes y para especificar, los dispositivos inteligentes vestibles.

Capa de red

Esta capa es el medio de transporte que utilizarán los sensores para enviar los datos que generen, bien pueden ser a través de infraestructura cableadas o inalámbricas. A diferencia del resto de redes, en IoT, la demanda será mayor con servicios de baja latencia, alta velocidad y ancho de banda, lo que implica utilizar sistemas con diversas tecnologías y protocolos que trabajen en conjunto.

Capa de servicio de gestión

El servicio de gestión se encargada de procesar, analizar y controlar la información, además de modelar procesos y gestionar los dispositivos. Se encarga de los eventos que permite filtrar datos o direccionarlos a los sistemas de post-procesamientos. También, tienen como función dar respuesta a las diferentes situaciones de acuerdo con las reglas que se establezcan, para tomar decisiones en actividades interactivas y automatizadas.

En la parte de análisis, se extrae información importante de una gran cantidad de datos sin procesar y se la almacena en la memoria RAM, esto permite que el tiempo de consulta sea veloz y la toma de decisiones sea en un lapso temporal más corto.

Dentro de esta capa, está la gestión, que se encarga de acceder, integrar y controlar la información, con el fin de que la capa superior (capa de aplicación) evite procesar datos innecesarios. Se usan técnicas de filtrado, como anonimización, integración y sincronización, con la finalidad proporcionar solo información esencial para que sea manejada por las aplicaciones.

Capa aplicación

Esta capa involucra a los entornos donde se aplique IoT, cambiándolos de un contexto “básico” a uno “inteligente”, como: casas, edificios, transporte, salud, energía, entre otros.

Para una mejor comprensión, las diferentes capas explicadas se lo pueden visualizar en la Figura 2.

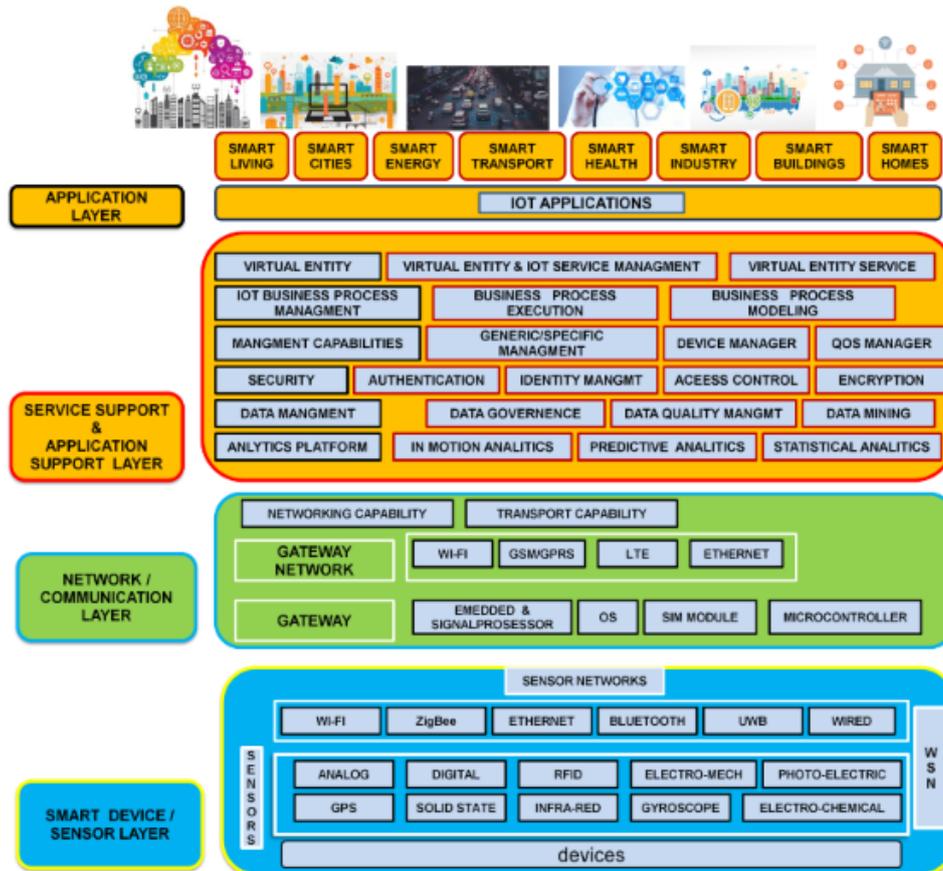


Figura 2. Arquitectura del Internet de las Cosas. Tomado de (Patel, K y Patel, S, 2016)

2.1.5 Modelos de comunicación de IoT

Para el presente proyecto, se considerará los modelos que se describen en el análisis hecho por Rose et al. (2015), donde la forma en que se conectan para establecer una comunicación con los diferentes dispositivos IoT los divide en cuatro, que se detallarán a continuación:

Comunicación dispositivo a dispositivo

La comunicación dispositivo a dispositivo se trata de la comunicación directa entre dos o más dispositivos y no utiliza ningún servidor de aplicaciones intermediario. Se relacionan a través de varios tipos de redes, entre ellas el Internet, por ende, necesitan protocolos como ZigBee o Bluetooth. Este tipo de

comunicación es normalmente encontrado en sistemas de automatización en casa, como luces, interruptores, cerraduras o termostatos. Y por lo general, solo se envía poca información. En este modelo, existen inconvenientes que tienen que ver con la incompatibilidad entre dispositivos.

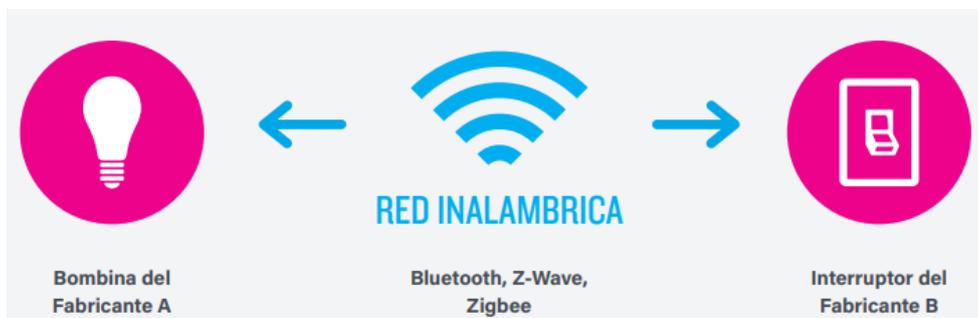


Figura 3. Comunicación dispositivo a dispositivo. Tomado de (Rose, Eldridge, y Chapin, 2015)

Comunicación dispositivo a la nube

Para la comunicación de este modelo interviene el dispositivo IoT que se conecta a un servicio de nube de forma directa. Por ello utilizan conexiones inalámbricas como Wi-Fi o cableadas como Ethernet para que se fije una conexión entre el dispositivo y el Internet para así poder llegar a la nube.

Este tipo de comunicación es usada en el termostato de *Nest Labs* y en la mayoría de Smart TVs; en la televisión inteligente, se conecta a Internet para enviar información a su fabricante para que hagan análisis y para habilitar diferentes funciones interactivas como el reconocimiento de voz.

En la comunicación dispositivo – nube, también se hayan falencias que tienen que ver con incompatibilidad entre fabricantes debido a que, por lo general un dispositivo IoT está ligado con el servicio de nube que tiene el mismo proveedor, lo que implica que si el usuario desea acceder a otro tipo de plataformas no se podrá, haciendo que se limite el alcance de los diferentes dispositivos IoT.

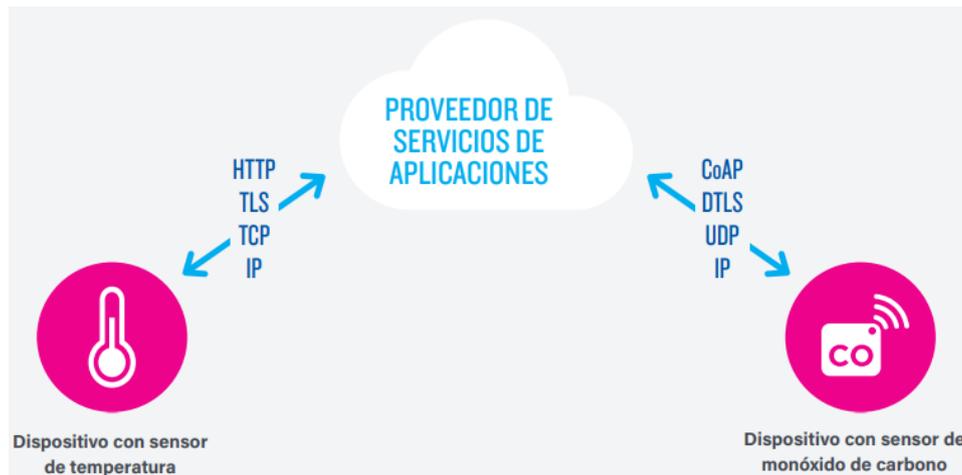


Figura 4. Comunicación dispositivo a la nube. Tomado de (Rose, Eldridge, y Chapin, 2015)

Comunicación dispositivo a puerta de enlace

La comunicación dispositivo a puerta de enlace, interviene los dispositivos IoT como tal y un dispositivo de puerta de enlace local, que sirve de negociador entre el dispositivo para poder llegar a la nube, el cual también proporcionará seguridad y traducción de protocolos.

En ocasiones el dispositivo de puerta de enlace puede ser un *smartphone* con una aplicación que se comunique con el dispositivo y enviar los datos a la nube. Como ejemplo están dispositivos que se usan para tener un registro de actividades físicas, como pulseras o relojes inteligentes, debido a que muchos de estos dispositivos aún no son capaces de conectarse directamente a Internet.

Del mismo modo, existe la puerta de enlace a través de *hubs*, que son dispositivos que funcionan a modo de *gateways* locales entre varios dispositivos IoT individuales. Como por ejemplo el *SmartThings* que sirve para conectar dispositivos IoT con la nube.

Por otro lado, este modelo también tiene su desventaja y es que su implementación suele ser complicada y de costo elevado.

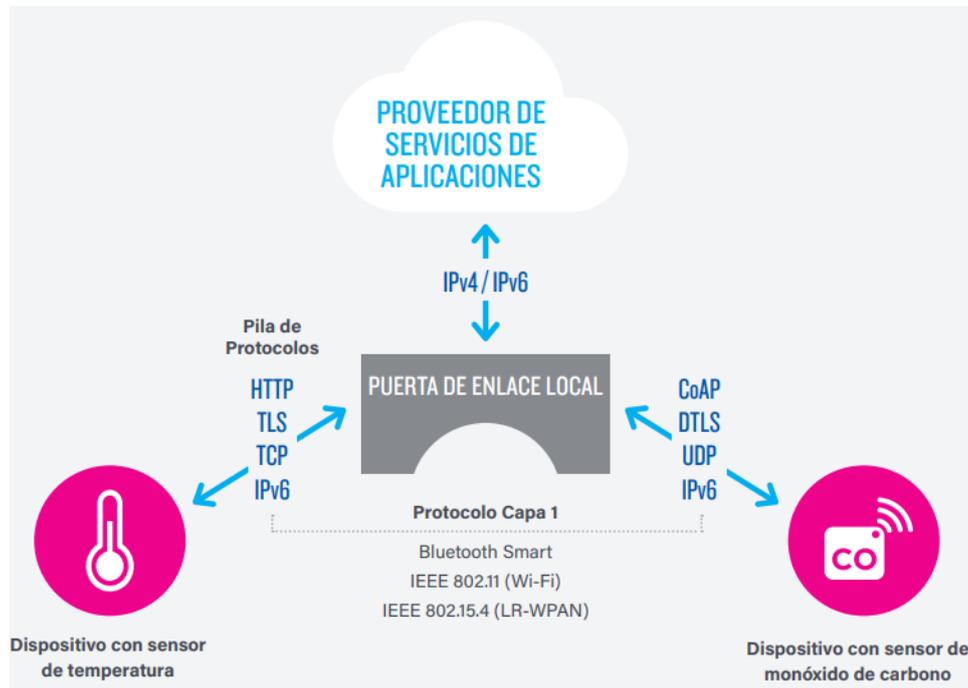


Figura 5. Comunicación dispositivo a puerta de enlace. Tomado de (Rose, Eldridge, y Chapin, 2015)

Comunicación de intercambio de datos a través de *back-end*

Esta comunicación permite que los usuarios envíen y analicen información de los dispositivos IoT de un servicio de nube combinando con datos de otros orígenes. Para tener más claro este modelo, haga de cuenta que un usuario a cargo de varias oficinas necesita juntar y analizar el consumo de servicio de energía de todos los dispositivos instalados en diferentes edificios, con el *back-end* se puede acceder fácilmente a toda esa información. Sin embargo, para que este modelo sea eficaz es necesario que todos los dispositivos manejen un mismo protocolo y en los dispositivos IoT es muy común encontrarse que cada uno maneje el que disponga su proveedor y a veces cada fabricante tiene su propio estándar, lo que dificulta este tipo de comunicación.

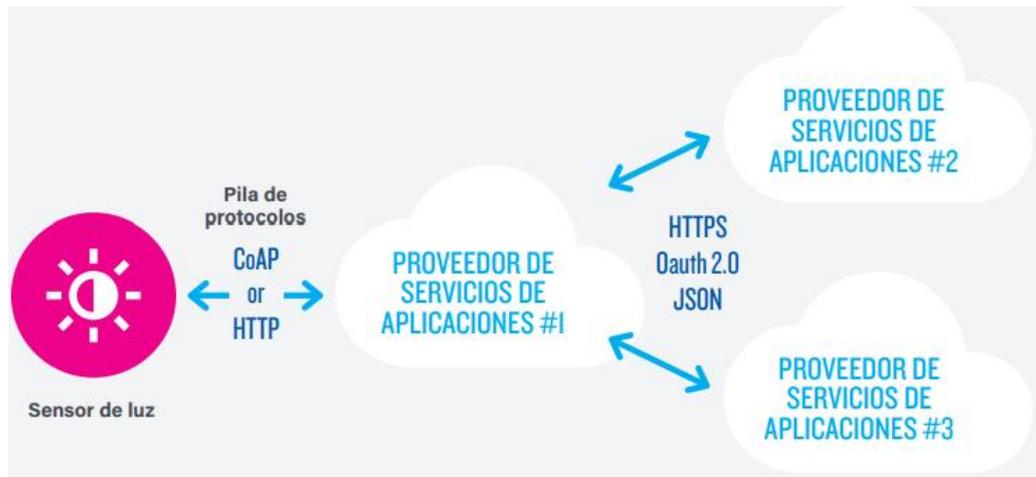


Figura 5. Comunicación de intercambio de datos a través de back-end. Tomado de (Rose, Eldridge, y Chapin, 2015)

2.1.6 Tendencias que está impulsando IoT

El Internet de las Cosas al irse envolviendo en cada objeto que esté alrededor, ha hecho que vaya apareciendo tendencias tecnológicas y de mercado. Que ha ido impulsando cada vez el uso de IoT en todos los campos de estudio.

Conectividad Ubicua

Según Falcao, Ferreira y Carrazedo (2019), definen a la conectividad ubicua como una conexión constante a Internet, la misma que cada vez es más demandada por las personas. Esto ha hecho que vayan apareciendo servicios que permiten que la mayoría de las cosas se puedan conectar a Internet, además del apoyo de conexiones con altas velocidades y bajo costo, de igual forma se está sacando más provecho de las tecnologías inalámbricas con licencia o sin ella (Rose et al., 2015).

Adopción de protocolo IP

En el internet el protocolo que predomina es el IP, debido a que ofrece una plataforma bien delimitada y que se implementa en varias herramientas y

software que ha hecho que se aplique fácilmente en diversos dispositivos; además que el implementarlo no implica costos elevados. Por ello, este protocolo se está tomando en cuenta como estándar para crear las redes (Rose et al., 2015).

Enfoque económico a la tecnología

La tecnología es de lo que se ha hablado en los últimos años, cada vez trae cosas más sorprendentes que impactan de diferente forma a todo el mundo. Es motivo por el cual varios inversionistas están apostando a la investigación, fabricación y desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, por lo que apoya a la Ley de Moore. Además, se ofrecen dispositivos con mayor potencia, menor precio y disminución del consumo de energía (Rose et al. 2015).

Miniaturización

La fabricación de dispositivos ha ido avanzando y ha permitido que cada vez los aparatos y circuitos tecnológicos sean más pequeños. Y cabe recalcar que a la vez que evolucionan disminuyendo su tamaño, también lo hacen incrementando su capacidad, lo que ha permitido la invención de sensores pequeños y de bajo costo, que hace que se dispongan perfectamente para IoT (Rose et al., 2015).

Big Data

Al existir más dispositivos conectados a Internet, implica un aumento de datos a gran escala, permitiendo ofrecer nuevas formas para sacar información y conocimiento. Esto ha dado como resultado crear algoritmos nuevos para tratar y analizar los datos y a su vez, mayor capacidad de almacenamiento de información (Rose et al., 2015).

Computación en la Nube

La computación en la nube permite que dispositivos distribuidos interactúen con sistemas potentes de soporte con capacidad de analizar, correlacionar y analizar grandes cantidades de información. Esta tecnología utiliza recursos informáticos de la red que están conectados remotamente (Rose et al., 2015).

2.2 Dispositivos IoT

La tecnología de IoT hace que los diferentes objetos (dispositivos) de la vida cotidiana puedan ver, escuchar, pensar y demás acciones haciendo que pasen de ser tradicionales a inteligentes (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari y Ayyash, 2015), todo esto con el uso de sensores.

2.2.1 Definición

Un dispositivo IoT es aquel objeto que puede obtener, generar y / o analizar datos con el apoyo de un sensor o un grupo de sensores, además de ser capaz de tomar decisiones en tiempo real para que dicha información llegue a Internet (Dorsemaine, et al., 2015).

2.2.2 Características

Dentro del estudio de Dorsemaine, et al. (2015) indica que un dispositivo IoT será el encargado de iniciar la comunicación, cabe recalcar que son capaces de ahorrar energía porque no es necesario que estén activos todo el tiempo, sino solamente cuando necesite un intercambio o toma de datos.

Existen diferentes sensores que pueden ser de: temperatura, luz, presión, aceleración, de proximidad, táctiles, entre otros. Lo que les permite tomar diversos tipos de datos. Sin embargo, se los puede clasificar en dos tipos: sensor con memoria y sensor sin memoria.

Sensor con memoria

Estos pueden almacenar los datos que van recopilando para enviar cada cierto tiempo. Esto les permite ahorrar energía o en situaciones en donde no existen algún punto de conexión a la red para poder compartir la información inmediatamente.

Sensor sin memoria

Este tipo de sensores necesariamente debe estar conectado a un punto de red, de no ser así, los datos recopilados se irán perdiendo.

2.2.3 Clasificación

A pesar de las diversas formas en las que se pueden clasificar los dispositivos IoT, en este estudio se tomará en cuenta la manera en que agrupa Dorsemayne, et al. (2015), que son 4: sensores y actuadores, etiquetas inteligentes, sistemas de control embebidos y vestibles.

2.2.3.1 Sensores y actuadores

El sensor es un recopilador de alguna magnitud química o física, y el actuador es aquel que es capaz de responder dentro de su entorno, ya sea con algún movimiento, producir frío, emitir luz, etcétera. Así también está la unión entre estos dos, denominado híbrido.

Sensor

Los sensores detectan aparición, cambio o transferencia de energía y luego a esa señal la transforman convirtiéndola en alguna salida que se fácil de leer o comprender, es decir, busca cuantificar la energía recibida (Pleil, 2011).

Tipos de sensores

Según Pleil (2011) en su estudio detalla los siguientes tipos de sensores:

Sensores térmicos: se encargan de medir la temperatura.

Sensores mecánicos: dentro de este grupo se encuentra el barómetro, altímetro, sensor de flujo de líquido, sensor de flujo de gas, acelerómetro y sensor de presión.

Sensores eléctricos: aquí está el ohmímetro, voltímetro, galvanómetro, medidor de vatios-hora.

Sensores químicos: este tipo de sensores se encargan de detectar la presencia de algún químico. Por ejemplo: sensor de oxígeno, detector de dióxido de carbono.

Sensores ópticos: en este grupo están los sensores de luz, fotocélulas (fotorresistor), sensor infrarrojo.

Sensores acústicos: están los sismómetros y sensores de onda acústica.

Otros sensores: sensor de movimiento, velocímetro, contador Geiger, sensor biológico.

Actuador

Un actuador es un dispositivo que transforma la energía que reciba en energía mecánica (Pleil, 2011).

Tipos de actuadores

De acuerdo con lo expresado en el estudio de Pleil (2011), se detalla los siguientes tipos de actuadores:

Actuadores termales: un ejemplo de este tipo está la tira bimetálica, que es un dispositivo que transforma la energía térmica en movimiento.

Actuadores eléctricos: aquí se encuentra como ejemplo el motor eléctrico, que convierte la energía eléctrica en energía mecánica (o de movimiento).

Actuadores mecánicos: estos actuadores se encargan de convertir una entrada mecánica, por lo general suelen ser giratorias, a otro tipo de energía.

2.2.3.2 Etiquetas inteligentes (Smart tags)

Son aquellos capturadores de datos donde el humano no puede hacerlo, ya sea por cuestiones de riesgos como tomar señales eléctricas, o información donde seguirla es imposible por la alta velocidad que tengan esos procesos. Ejemplo de estos están las etiquetas impresas para tomar datos con apoyo de contadores e impresoras especiales. Así mismo, están las etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*), estas se usan en controles de acceso, apertura de carros, telepeaje, control de inventario, sistemas de alarmas y así en diferentes opciones.

Además, en el estudio de Nakata, Okamoto, Horikawa (2019) indican que las una característica principal de las etiquetas inteligentes es su bajo costo y a su vez describen que normalmente integran cuatro funciones que son: detectar, comunicar, posicionar y ahorrar energía.

Estas etiquetas inteligentes también se las conocen como etiquetas RFID (*Radio Frequency Identification*) y según Corrales, Rivas y Salichs (2008) indican que esta tecnología implica utilizar la ondas electromagnéticas para emitir una señal con información que hace posible reconocer objetos a distancia. También explican que en este sistema intervienen tres elementos: el lector, la antena y la etiqueta. Se puede hacer un símil con el código de barras, pero la diferencia está en que los *Smart Tags* son capaces de guardar y enviar datos a un lector RFID.

Dentro de lo que explican los autores Corrales et al. (2008) clasifican a estas etiquetas según la forma de alimentación, que son:

Activa: aquí las etiquetas inteligentes poseen una batería propia, para activarse y enviar datos. Tienen un alcance aproximado de 30 metros, con capacidad de

almacenamiento de datos e incluso en algunos caso poseen sensores. Como desventaja se muestra su dependencia de baterías, lo que las hace que sean de mayor tamaño, en comparación con las pasivas, a su vez su costo también es mayor.

Semi-Activa: en esta grupo las etiquetas tienen una batería para hacer funcionar sus circuitos, pero al momento de enviar datos los recoge de las ondas de radio enviadas por la antena. Y tienen un alcance de aproximadamente 10 metros.

Pasiva: estas etiquetas no tienen una fuente de alimentación, utilizan el campo electromagnético que propaga el lector para su activación y envío de información. Son de bajo costo y su tamaño suele ser pequeño. Sin embargo, las distancias que logran van aproximadamente de 3 centímetros a 8 metros.

2.2.3.3 Sistemas de control embebidos

Es un sistema computacional creado para realizar actividades en tiempo real. Estas están dentro de los procesos que realizan los vehículos, electrodomésticos y máquinas. Lo que implica utilizar diversos módulos y software dependiendo del requerimiento que se tenga.

Si bien, como menciona LaMeres (2020) cuando las personas escuchan la palabra computadora de inmediato se lo asocia con *Desktops* e incluso a teléfonos inteligentes o tabletas. Sin embargo, se debe aclarar que la mayoría de los aparatos electrónicos que se usa día a día tienen un computador integrado en su núcleo que controla el funcionamiento, como termostatos, los controladores de los carros, impresoras e incluso los auriculares. La diferencia radica en que los sistemas embebidos, no requieren correr un sistema operativo como Windows o iOS. Como es el caso de que una cafetera inteligente no necesita de un gran procesador para preparar un café, sino un computador que pueda dar respuestas a las entradas que dé el usuario; a esos computadores se los conoce como microcontroladores.

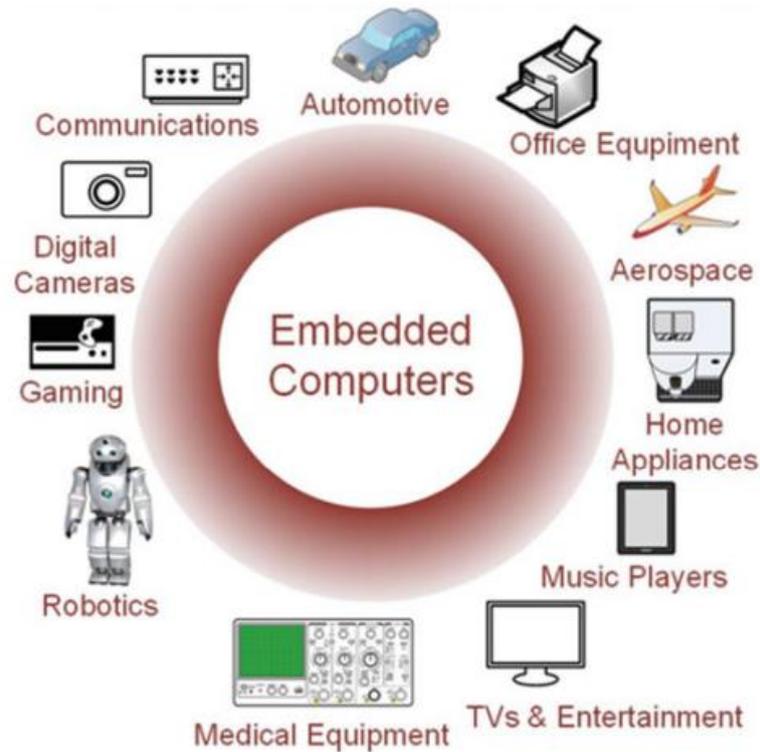


Figura 6. Computadores embebidos. Tomado de (LaMeres, B., 2020)

2.2.3.3 Vestibles (Wearables)

La definición para dispositivos vestibles inteligentes son diversas de acuerdo con el autor que se use como referencia. En este caso, se tomará en cuenta la emitida por Jiang, Chen, Zhang, S., Zhang, X., Kong y Zhang, T. (2015), que indica que es un computador que están dentro del espacio personal del usuario, quien es el controlador. Estará encendida y siempre accesible, teniendo en cuenta que poseen capacidades informáticas similares a la de los dispositivos móviles. Un concepto corto y apropiado para este término, expuesta por Kirby y Mosley (2015) es denominarlo como una tecnología que es usada en el cuerpo o cerca de él.

Historia de dispositivos *wearables*

Luque (2016) en su estudio detalla que el término *wearable* se está mencionado en los últimos años, esto se debe al marketing que se le ha dado para potenciar

en el mercado productos como pulseras o relojes inteligentes, sin embargo, aclara que el término ya se mencionaba en 1996 por la agencia militar estadounidense. Además, la idea principal de dispositivos vestibles, que es llevar tecnología en el cuerpo, ya se manejaba desde hace muchos años atrás. Tal es el caso que, en 1286, aparecían las primeras gafas para mejorar la percepción visual. Otro caso se ve en la dinastía Qing, en China, donde usaron el primer anillo “inteligente”, puesto que se trataba de un pequeño ábaco tallado en un anillo y así poco a poco han ido apareciendo aparatos vestibles, que han ido sorprendiendo todas a la humanidad.



Figura 7. Gafas de 1286 y anillo ábaco de la dinastía Qing. Tomado de (Luque, J., 2016)

Tipos de dispositivos *wearables*

Dentro de los dispositivos vestibles existe una amplia variedad, cabe recalcar que incluso se consideran a aquellos que pueden ingresar dentro del organismo del ser humano. Estos dispositivos llevan diferentes sensores y por lo general intercambian información con un teléfono inteligente (Luque, 2016).

Según Jiang et al. (2015) existen dos formas de clasificar a los dispositivos vestibles, por su forma del producto y por sus funcionalidades.

Por la forma del producto: Dentro de esta forma, los clasifican por dispositivos que se montan en la cabeza (como gafas y cascos), que se usan en el cuerpo (como ropa interior, abrigos, etc.), que se usan en las manos (pulseras, relojes, guantes) y que van en las piernas o pies (zapatos, calcetines).

Por las funcionalidades: En este apartado se enfoca en clasificar a los dispositivos vestibles por la finalidad que se vaya a aplicar. Estos pueden ser para vida saludable (ej. banda inteligente), para consultar información (reloj y gafas inteligentes) y control somatosensorial (diadema inteligente).

Beneficios de los dispositivos *wearables*

Dentro del análisis realizado por Luque (2016), resalta información de los beneficios que implica usar este tipo de dispositivos, que son:

Objetivo natural: debido a que estos dispositivos son pensados para mejorar la forma de vida de los usuarios, dándole no solo importancia a nivel comercial sino también en cuestiones médicas.

Almacenamiento de datos: los dispositivos vestibles tienen la capacidad de guardar sus datos de forma local para luego transmitirlos y procesar la información, a su vez están en capacidad de mantener una sincronización en tiempo real.

Baja radiación: al ser dispositivos pequeños emiten poca radiación, incluso menos que teléfonos o laptops.

Varias aplicaciones: es amplio el propósito que se les pueden dar a los dispositivos vestibles, lo que ha hecho que las personas aumenten el interés hacia estos aparatos.

Multisensores: al tener la capacidad de poseer varios sensores posibilita acceder a más información en tiempo real y del mismo modo procesar esos datos.

Bajo peso: estos dispositivos han ido evolucionando, siendo cada vez más livianos y así lograr que se adapten fácilmente al usuario reduciendo incomodidad.

A la moda: pueden funcionar como complementos o accesorios, dando oportunidad a personalizarlos para que combinen con prendas de vestir.

Inconveniente de los dispositivos *wearables*

Como en todo, los aspectos negativos también se ven reflejados en los dispositivos vestibles; en este caso se describirán los que detalla Luque (2016):

Privacidad: en muchas ocasiones existen usuarios que no confían en el destino de la información que recopilan los dispositivos, puesto que usualmente es información sensible.

Falta de utilidad: los usuarios pueden desconocer de las funcionalidades de los dispositivos, provocando que se pierda el interés en adquirir esos aparatos, porque podrían considerar innecesarios.

Precio elevado: a pesar de que hay dispositivos accesibles monetariamente, varios de ellos tienen costos elevados lo que impide obtener usuarios.

Batería: al ser dispositivos vestibles es importante que posean una gran capacidad de almacenamiento de carga, para que sea práctico portar alguno de estos aparatos, caso contrario podría causar molestia al usuario al estar pendiente de su carga.

Emisión de calor: existen dispositivos que si se usan durante un tiempo prolongado se calienta, lo que provoca que se limite su practicidad y durabilidad.

2.3 Educación

2.3.1 Definición

Se debe tener una concepción acerca de educación para un correcto desarrollo del proyecto. La educación es algo que concierne a todos, desde el nacimiento, cuidados maternos y relaciones sociales, todos estos son procesos educativos que forman parte de la vida de cada individuo. Scioscioli (2015) señala que la educación tiene base en la escolarización, pero va más allá que educarse únicamente en una escuela, desde una perspectiva escolarizada se constituye una forma deliberada de la instrucción humana, siendo deber del Estado

prestarla a los ciudadanos como un derecho fundamental debidamente adecuado tanto en lo pedagógico como en infraestructura.

2.4.2 Características

Las características de la educación, según León (2007):

- Proceso humano y cultural complejo
- Tiene un propósito
- Busca la perfección y seguridad del ser humano
- Dinámica y tiende a perpetuarse
- Expuesta a cambios drásticos
- Presupone una visión del mundo
- Forma al sujeto individual

2.4 Iniciativas de uso de dispositivos IoT en educación

Estudio realizado por Liang, Su, Chen, Wu y Chen, en 2019. Basado en pulseras inteligentes.

Dentro del estudio analizado por estos autores, implementan el uso de pulseras inteligentes para los alumnos, una aplicación para el profesor, que interaccionan con un sistema de análisis basado en nube. El sistema explica que las pulseras recogen información de las interacciones que tengan los estudiantes, ya sea levantando la mano y respondiendo preguntas que sean aplicadas a nivel personal o grupal, además de datos de pulso cardíaco, número de pasos, entre otros; toda esa información será recibida por el profesor y a su vez al sistema de nube para que luego sea analizada profundamente.

En la aplicación que maneja el profesor, tendrá la capacidad de realizar agrupaciones de estudiantes de manera aleatoria de manera rápida. A su vez proponer preguntas de opción múltiple para que sea respondidas por los estudiantes a través de gestos que pueda interpretar la manilla, por ejemplo, para

preguntas de sí o no identificará con un 'O' o 'X', en selección múltiple se usa direcciones, por lo que dispone de cuatro opciones: hacia la izquierda, derecha, arriba o abajo.

En el sistema de análisis basado en nube, una vez que recoge la información de las pulseras y de la aplicación, realiza un análisis usando *machine learning* para predecir la conducta del estudiante y el posible promedio que obtendría. Los resultados en este estudio fueron positivos puesto que agilizó ciertos procesos del profesor y los estudiantes presentaron motivación para interactuar en clase debido al novedoso sistema para aprender.

Estudio realizado por Herrera, Barrera, González y Castro, en 2019. Basado en pulseras inteligentes.

En esta publicación los autores muestran un estudio realizado utilizando pulseras inteligentes, *smartphones* con una aplicación desarrollada para Android y un servidor de datos. En resumen, el proyecto consiste en que a un grupo de estudiantes se les proporcionó pulseras inteligentes y debieron instalar una aplicación desarrollada por los autores. El sistema consistía en que para cada actividad que realicen (comer, caminar, estudiar, dormir, hacer deberes, entre otras) debían cargar en la aplicación los datos obtenidos por la pulsera. Donde luego, los autores analizaron la información para intentar predecir las situación educativa por la que pasaría los diferentes estudiantes.

En los resultados, detallan los autores que se trataba de información valiosa que podría aplicarse en las escuelas para permitir a los docentes tomar decisiones con sus alumnos y que los estudiantes tomen conciencia de las actividades que realizan, que como se vio en el análisis se reflejaron directamente en el aprendizaje. Sin embargo, también comentan que este sistema debe mejorarse debido a que a la mayoría de los estudiantes les pareció tedioso tener que registrar sus actividades, que en ocasiones se les olvidaba. A pesar de eso, se

considera una excelente iniciativa para apoyarse de los dispositivos IoT para mejorar el proceso de aprendizaje en los institutos educativos.

Estudio realizado por Clarity Innovations, en 2016. Basado en varios dispositivos.

En esta revisa se propone diferentes usos de dispositivos IoT con la finalidad de mejorar la educación. Tal es el caso que ejemplifica el uso de mesas interactivas donde el profesor podrá compartir sus recursos ya sea del computador, *smartphone* o pizarra inteligente hacia las mesas para que los estudiantes visualicen de manera más interactiva.

A su vez, posiciona a los *Beacons* indicando su uso en las aulas para que la información que se intercambie entre estudiantes y profesor sea más segura y privada. Detalla posibles usos como proporcionar materiales didácticos para los alumnos, procesos para automatizar la toma de asistencia.

Por otro lado, con el uso de iluminación inteligente indica que se puede usar para que los ambientes de clase sean más confortables, con variación de colores para hacer atractiva las clases.

Del mismo modo, también explica el uso de robots de telepresencia que pueden servir para que los alumnos que presenten alguna dificultad para poder asistir a clases presencialmente, por ejemplo, un estudiante que haya sufrido alguna fractura con apoyo en este dispositivo podrá asistir.

Estudio realizado por Blázquez, en 2018. Basado en realidad virtual y aumentada.

La persona que redacta esta publicación se enfoca en facilitar diferentes herramientas que faciliten el aprendizaje de los estudiantes a través del uso de la realidad virtual y aumentada. Proporciona páginas web y aplicaciones tanto

para Android como iOS que permiten acceder a ese tipo de contenido o a su vez dar la capacidad de crear uno nuevo. De igual forma detalla, más opciones de usar esa tecnología que solo para educación. En el campo educativo, explica que puede usarse en prácticas de laboratorio, trabajos de campo, eventos, libros, visitas (a museos, galerías, fábricas), aprendizajes experimentales. Todo eso apunta a que dentro de los beneficios está que mejora la motivación, trabajo en grupo, mejora conocimiento para el alumno, fácil acceso a más datos y tecnología en muchos casos gratuita. Cabe recalcar que para interactuar con la realidad virtual o aumentada se lo puede hacer a través de gafas inteligentes, visores de realidad virtual o aumentada, cascos o teléfonos inteligentes.

Estudio realizado por Ali y Hassan, en 2018. Basado en altavoces inteligentes.

Dentro de esta publicación los autores proponen, un sistema de interacción entre el altavoz inteligente de Google, Google Home, con el usuario. El sistema consiste en que la persona pregunta al asistente de voz sobre un tema que desee conocer, como ponen de ejemplo los autores “¿Cuéntame sobre la historia de la guerra de la liberación de Bangladesh?”, la aplicación identifica la consulta y responde al usuario. Luego de completar el capítulo de estudio, el asistente de voz consultará si se quiere comenzar con la prueba respectiva al tema escuchado, al afirmar comenzará la prueba con preguntas impartidas por el asistente de voz, éstas pueden ser de opción múltiple o que el usuario dé la respuesta directamente. Para luego recibir la retroalimentación por parte de asistente virtual. Los autores concluyen que este proceso motiva a los estudiantes a aprender de una manera atractiva.

Estudio realizado por Peñaloza, en 2020. Basado en *beacons*.

En este estudio el autor muestra cómo con el uso de *beacon* y teléfonos inteligentes se pudo hacer un laboratorio de una clase más interesante y de mejor comprensión para los estudiantes. El proceso consiste en que desarrolla

una aplicación para dispositivos Android con el fin de que facilite la conexión entre los celulares de los estudiantes y el dispositivo beacon. Este aparato emitía una señal para que los dispositivos que se acojan a esta a través de *bluetooth* y la aplicación proporcionada. Para así de inmediato acceder a los recursos de la guía de laboratorio. Los resultados de esa práctica demostraron ser satisfactorios para los alumnos y según la encuesta que realiza el autor, detalla que los estudiantes tomaron la iniciativa como algo positivo que podría ser implementado fácilmente en cualquier otra materia.

Estudio realizado por Maenpaa, Varjonen, Hellas, Tarkoma, y Mannisto, en 2017. Basado en microcontroladores.

En esta publicación se desarrolla la idea de desarrollar diferentes proyectos IoT a partir del uso de microcontroladores. Para que de esta forma los estudiantes puedan aprender haciendo. El proyecto detalla en que primero los alumnos deberán conocer un poco sobre los microcontroladores y programación. Luego, se los invita a buscar problemas, en este caso se enfocaron en un invernadero de la universidad, para una vez reconocido los problemas realizar una investigación en grupos para proponer posibles soluciones. Después, llevaron las soluciones al instructor para que les guíe sobre los sensores y actuadores que podrían utilizar y así poder armar un prototipo. En el estudio detallan los problemas encontrados por los estudiantes y las soluciones que se implementaron. Por ejemplo, necesitaban hallar la manera en que se pueda alarmar cuando alguna planta se esté secando y se propuso un sensor de humedad colocado en el suelo, para así un sistema de alarma suene cuando haya sequía en algún sector del invernadero. De igual manera, buscaron la forma de ahuyentar palomas, para ello implementaron un sistema de detección de movimiento automatizado que disuade a las aves disparando agua al percatarse de algún desplazamiento. Si bien este trabajo, no maneja un dispositivo como tal en la educación, sería una interesante base para aplicar en otras universidades como fin investigativo. Debido a que mientras se está aprendiendo de una forma más motivante, a su vez podrían aparecer nuevos dispositivos IoT.

3. CAPÍTULO III. DESARROLLO

3.1 Metodología

En el presente trabajo de titulación se aplicará la metodología de investigación exploratoria, de modo que el tema a tratar requiere de un estudio a profundidad que se desarrollará analizándolo desde distintos puntos y para ello servirá de apoyo los diferentes documentos puestos en bases científicas. Así también, se apoyará del método deductivo, debido a que el tema a investigar parte del auge de los dispositivos IoT, pues si bien es cierto que este puede estar inmerso en diversos campos, en el presente proyecto se irá desglosando para darle un mayor enfoque en lo que compete al área educativa.

3.2 Dispositivos IoT enfocados en educación

Existe una gran variedad de dispositivos para IoT en la actualidad, en esta ocasión se enlistarán aquellos que pueden ser usados en el campo de la educación. Se debe tener en cuenta que un dispositivo IoT, no es necesariamente un dispositivo inteligente, lo que marca la diferencia es que, al tratarse del Internet de las Cosas, este tendrá que estar enviando su información al internet.

3.2.1 Pizarra digital interactiva

Una pizarra digital interactiva es un conjunto tecnológico compuesto por: un computador conectado a internet, un proyector y un dispositivo electrónico que permita desplazarse por la pantalla mediante el tacto. Además de un software que pueda capturar las imágenes y pantallas, que guarde la sesiones hechas en una exposición, para así poder acceder a esa información cuando sea necesario (Gutiérrez, I. y Sánchez, M., 2008). En ocasiones, el mismo dispositivo puede funcionar como proyector y a su vez conectarse directamente a Internet, como es el caso de TOMi 7.



Figura 8. Pizarra interactiva TOMI 7. Tomado de (Tomi.digital, 2020)

3.2.2 Pizarra inteligente o panel interactivo

Un panel o pantalla interactiva es un dispositivo montado que permite a los diferentes usuarios realizar presentaciones visuales llamativas y controlar los datos que se muestran a través de las interacciones que realicen en la pantalla táctil. Están disponibles en diferentes tamaños, que van adecuados de acuerdo con el espacio pudiendo ser aulas pequeñas de preescolar hasta grandes salas corporativas. Del mismo modo, pueden interactuar con la audiencia proyectando en sus dispositivos móviles lo que sucede en panel (ClearTouch, 2019).



Figura 9. Pizarra digital Clear Touch. Tomado de vídeo Clear Touch Interactive Panel (Touchboards, 2018)

3.2.3 Bolígrafo inteligente

Un bolígrafo inteligente es básicamente un bolígrafo que puede incluir una cámara y/o un grabador de voz, además de un computador integrado que permite a los usuarios grabar, guardar y cargar datos en internet (Jones, B., 2016). Existen diversas marcas y por ende las funcionalidades pueden variar.



Figura 10. Bolígrafo inteligente echo. Tomado de (Livescribe Inc., 2020)

3.2.4 Mesa interactiva

Una mesa interactiva, es una mesa multitáctil que combina la micro tecnología con conceptos de diseño y usabilidad. Posee una pantalla que puede ir de 32 a 100 pulgadas de largo. Permite que los usuarios interactúen en su superficie con los diferentes recursos multimedia. En un inicio fueron diseñada para ambientes educativos, hoy en día son aplicadas en diferentes campos (SmartMedia, s.f.).



Figura 11. Mesa interactiva. Tomado de (SmartMedia, 2020)

3.2.6 Lector de libros digital (e-book)

Un lector de libros digital es un dispositivo que cuenta con tecnología de *e-ink* o tinta electrónica en lugar de pantallas OLED/LCD como las tablets. Su pantalla emula las perspectiva de estar frente a un libro tradicional, lo que permite que se pueda leer a cualquier hora del día sin que la vista se canse. Los libros se los puede obtener a través de internet. En cuestión de diseño y costo existe varias opciones para acceder a uno (Pajuelo, L., 2019).



Figura 12. E-Book Kindle. Tomado de (Amazon, 2020)

3.2.7 Cámara IP

Las cámaras IP o de red, son dispositivos que envían señales de audio y video por medio de Internet. Puede transmitir video en alta definición y se puede acceder a esa información a través de cualquier dispositivo que tenga acceso a Internet (Prosegur, s.f.).



Figura 13. Cámara Gear 360. Tomado de (Samsung Newsroom, 2018)

3.2.8 Iluminación Inteligente

Iluminación inteligente o *smart lighting* es básicamente un sistema de iluminación que se puede controlar desde cualquier dispositivo móvil del usuario. Podrá encender y apagar las luces, ajustar el brillo e incluso cambiar el color de la iluminación. Se puede integrar con otras tecnologías para sacar mayor provecho, como reconocimiento de voz y detección de movimiento (GE Current, 2019).



Figura 14. Bombillas Philips LED Inteligentes. Tomado de (Amazon, 2020)

3.2.9 Altavoz inteligente

Un altavoz inteligente es una tecnología que utiliza la inteligencia artificial, los cuales funcionan a través de una interfaz de voz. Entonces, hace que los diferentes usuarios interactúen con internet solamente usando el habla (Liege, J. y Lostalé, E., 2018). En el mercado sobresalen productos ofrecidos Amazon, Apple y Google.



Figura 15. Altavoz inteligente Echo Dot. Tomado de (Amazon, 2020)

3.2.10 Robot de telepresencia

Un robot de telepresencia es aquel que se controla a través de un computador, *Tablet* o teléfono inteligente. Donde las personas que interactúen con el robot podrán escuchar y ver a la persona que esté utilizando este aparato. Dando la capacidad de tener una presencia remota para que el usuario pueda interactuar con ambientes a distancia, pudiendo ser estos hospitales, escuelas, asilos, entre otros, siempre y cuando el robot pueda conectarse a Internet (Telepresence Robots, 2016).



Figura 16. Robot de telepresencia PadBot P2. Tomado de (Telepresence Robots, 2016)

3.2.11 Beacons

Son dispositivos pequeños y simples equipados con BLE (*Bluetooth Low Energy*) que emiten repetidamente señales de radio. Usualmente usan baterías de litio o pueden estar conectados a la energía eléctrica. Existen de diferentes colores y formas, en ocasiones equipadas con sensores, sin embargo, todos los tipos tienen la finalidad de emitir una señal. Las posibilidades de uso varían de acuerdo como sea programada. En resumen, su funcionamiento se basa en que el *Beacon* está constantemente enviando una señal y algún dispositivo cercano con *Bluetooth* activado la capta y alguna aplicación del dispositivo la reconoce y accede al contenido que se haya programado para que se muestre, pueden tener fines comerciales, turísticos, educativos, entre otros (Kontakt, 2020).



Figura 17. Beacon de Kontakt: Tough Beacon TB15-1. Tomado de (Kontakt, 2020)

3.2.12 Drones

El dron es un vehículo aéreo no tripulado que se puede manipular remotamente, además son capaces de mantener un vuelo propulsado a través de motores de explosión, de reacción o eléctricos. Estos aparatos han llegado a desempeñarse con diversas finalidades como en la agricultura, cine, investigación, estudios geográficos, deportivos, entre otros. El equipamiento que tenga cada uno va a depender de cada fabricante y modelo (Drone4drive, 2020)



Figura 18. Dron Mavic Air de DJI. Tomado de (DJI, 2020)

3.3 *Wearables* enfocados en educación

Si bien los dispositivos vestibles son considerados también como parte de dispositivos IoT, en esta ocasión se los dividirá para tener una perspectiva más clara de cuáles *wearables* se pueden involucran en la educación.

3.3.1 Gafas de realidad virtual y aumentada

Son dispositivos visuales que cubren la parte frontal de la cara, los cuales emiten contenido multimedia, esto está despertando un gran interés por el enorme potencial que tienen, debido a la atracción visual que proporcionan permitiendo adentrarse en la mente de cada usuario (Otegui, J., 2017)



Figura 19. Gafas de realidad virtual Oculus. Tomado de (Amazon, 2020)

3.3.2 Reloj inteligente (*Smartwatch*)

Es un dispositivo que cumple con las funcionalidades básicas de un reloj común, pero incluye otros tipos de aplicaciones que aumentan las posibilidades de uso, como atender llamadas, leer correos, monitorear actividades físicas, enlazarla con redes sociales e incluso se pueden realizar pagos (Villar, I., 2015).



Figura 20. Reloj Inteligente Apple Watch Series 3. Tomado de (Apple, 2020)

3.3.3 Pulsera inteligente

Las pulseras o bandas inteligentes son dispositivos que tienen por objetivo monitorear las actividades del usuario. Se lo puede utilizar con fines deportivos o para el día a día del portador. A través de este dispositivo se puede recopilar

datos de ritmo cardíaco, calidad de sueño, calorías quemadas, pasos caminados, etc (Villar, I., 2015).



Figura 21. Pulsera inteligente Huawei Band 3 Pro. Tomado de (Huawei, 2020)

3.3.4 Auriculares inteligentes

Los auriculares inteligentes son dispositivos inalámbricos inteligentes que se colocan en el oído y ofrecen funciones más allá que solo la transmisión del sonido. Estos dispositivos mejoran la calidad del audio amplificándolo, pero protegiendo la audición del usuario. Además, pueden cancelar o filtrar sonidos. Pueden conectarse con smartphones para escuchar y enviar mensajes, hacer llamadas e incluso interactuar con los asistentes de voz (Midrack, R., 2019).



Figura 22. Auriculares inteligentes TWS BuLife. Tomado de (Amazon, 2020)

3.3.5 Ropa inteligente

La ropa inteligente son las diferentes prendas de vestir a las que se ha incorporado sensores para proveer nuevas funciones tecnológicas. Existe un variado uso, pueden adaptarse a cambio, monitorear pulso, medir calorías gastadas, apuntan usualmente a mantener un estilo de vida saludable (Villar, I., 2015).



Figura 23. Abrigo inteligente Mercury Jacket. Tomado de (Ministry of Supply, 2020)

3.4 Efectos de utilizar dispositivos IoT en educación

En todo aspecto existe diferentes puntos de vista, buenos y malos, por ello en este apartado se detallará los beneficios y problemáticas que conllevan utilizar los dispositivos IoT en la educación.

3.4.1 Beneficios

Los siguientes beneficios han sido tomados en base al trabajo de Aldowah, H., Ghazal, S., Naufal, I., y UI Reman, S (2017).

La tecnología IoT al implementarse en el campo educativo puede dar un cambio drástico a la manera en la que funcionan, hoy en día, las escuelas, colegios y universidades. Permitiendo mejorar el aprendizaje de los estudiantes en diferentes disciplinas e indistintamente el nivel al que se aplique. Si bien, inicialmente tenía un enfoque hacia la medicina y el comercio, se están buscando potenciar también a la educación, ya que a diferencia de innovaciones anteriores los dispositivos IoT difieren porque fomentan soluciones inteligentes y autónomas.

Se sabe que la educación engloba más que solo profesores y alumnos, por ello al incluir los campus en la mejora tecnológica, puede ayudar a reducir costos operativos, prosperar en el campo de seguridad y proveer óptimas herramientas para investigadores, maestros, alumnos e incluso el resto del personal que se desenvuelva dentro del campus. Esos beneficios darán un valor positivo que hará que los estudiantes y catedráticos tengan una mejor experiencia. Así mismo, se debe tener en cuenta que los recursos disponibles para aprender en dispositivos, como los libros electrónicos, celulares y pizarras inteligentes, entre otros, son más atractivos e interactivos para quienes los utilizan.

Con el apoyo de IoT, las instituciones pueden mejorar los resultados del aprendizaje al entregar una enseñanza valiosa, llena de experiencias, con eficiencia operativa mejorada, además de poder obtener información práctica y en tiempo real sobre el rendimiento estudiantil. IoT renueva la enseñanza y la educación en el campus, porque convierte cualquier lugar en uno apto para el aprendizaje y la capacitación.

Además, fuera del aula, las universidades pueden monitorear a sus estudiantes, personal, recursos y equipos a un menor costo operativo. También el crecimiento de la tecnología móvil y el IoT permiten mejorar la seguridad de los campus, el acceso a la información y aplicaciones en cualquier momento desde cualquier lugar y realizar un seguimiento de los principales recursos.

El IoT no es solo una actualización y desarrollo de tecnología dentro de la industria, sino que puede llevar a expandir el cambio a toda la sociedad, incluidas las instituciones de educación superior.

3.4.2 Problemática

Dentro de la implementación de IoT en la educación, así como se ven beneficios también se reflejan problemáticas, las cuales han sido analizadas por varios autores, como es el caso de DeFranco, J., Kassab, M. y Voas, J. (2018) que revelan desafíos sobre la parte ética, técnica y económica, implicadas en la aplicación de esta tecnología.

En cuestiones éticas, la privacidad es una latente preocupación, debido a que los dispositivos IoT constantemente recopilan datos con o sin consentimiento de los usuarios, lo que conlleva a que sean supervisados por entidades de gobierno y estándares educativos. Además, los requisitos de seguridad son críticos, pues los sistemas educativos son propensos a ataques cibernéticos e incluso los propios estudiantes pueden organizarse y ejecutar alguno con el fin de deshabilitar el centro educativo. Por ello, para IoT, uno de los criterios a considerar es la necesidad de incluir mecanismos efectivos y confiables de privacidad y seguridad (Aldowah et al., 2017). De la misma forma, DeFranco et al. (2018), considera un problema ético el hecho de que IoT tiene potencial para disminuir la autonomía humana, puesto que los distintos dispositivos conocidos han sido creados con un objetivo en común que es el reemplazar la actividad manual, haciendo así que las personas dependan de las máquinas para realizar las distintas actividades diarias. Por último, con el apoyo de la educación en línea con IoT, se reducirá la interacción cara a cara con otras personas, provocando un retraimiento social.

Respecto a los desafíos técnicos, IoT requiere varios factores en el proceso educativo, como es el caso de redes inalámbricas de alta velocidad con buen ancho de banda para transmitir lecciones de audio y video (Aldowah et. al.,

2017). Dentro de estos desafíos también se detallan: la duración limitada de ciertos dispositivos, diversos tipos de datos (datos no estructurados), varios tipos de comunicación (dispositivos, sensores, modo fijo y móvil), cuestiones de eficiencia energética y consumo, y almacenamiento de datos (Ciolacu, Binder, Stoichescu, Svasta y Tache, 2019)

En cuestión a la problemática económica, los centros educativos deberán considerar el costo que generaría la implementación de tecnología IoT y analizar que les conviene más; lo que abriría la opción de dividir un sistema de aprendizaje de dos clases: aquellos que puedan pagar esta tecnología y los que no (DeFranco et al., 2018).

Si bien los centros educativos pueden enfrentar todas las amenazas digitales contemporáneas si se lo proponen, pero, no todos tienen la visión, la flexibilidad, las plataformas o el liderazgo adecuado para poner a disposición las estrategias que garanticen que logren innovar o reaccionar ante las condiciones que ofrece la tecnología (Aldowah et al., 2017).

3.5 Importancia del uso de dispositivos IoT

La tecnología hoy en día es fundamental para los seres humanos, con su aplicación en la educación se han percibido mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo que la importancia de IoT, tanto para los profesores como para los estudiantes tiene una correlación en la mayor parte de los puntos a mencionar.

3.5.1 Para el profesor

El aplicar tecnologías IoT resulta útil para los docentes en su proceso de enseñanza, pues como indican Rizzo, F. y Pérez, A. (2018), es necesario que las aprendan, las practiquen y las apliquen en sus clases, con el fin de no sólo de motivar al estudiante a aprender, sino también con el objetivo de propiciar

información certera con ayuda de herramientas tecnológicas. Además, dentro de su estudio han demostrado que los profesores evidenciaron el desarrollo de diversas destrezas en cada uno de sus alumnos al utilizar dispositivos tecnológicos, por lo que los estudiantes se ven más motivados e interesados en la materia impartida.

Otro punto por recalcar es que el uso de dispositivos IoT dará la capacidad a los profesores de enfocarse en el aprendizaje real de los estudiantes y planificar de mejor manera sus clases futuras, en lugar de desaprovechar el tiempo en tareas de rutina. Así también, con la recolección de información de los alumnos el maestro podrá tomar decisiones para saber quiénes necesitan más atención (Aldowah et al., 2017).

De la misma forma, al utilizar IoT, los maestros pueden impartir sus clases con el uso de gestos y/o comandos de voz e incluso con estudiantes remotos de diferentes lugares, permitiéndole recopilar datos inmediatos de los alumnos en términos de comportamiento, rendimiento, interés y participación. Los dispositivos IoT pueden ayudar al profesor a reconocer estudiantes con necesidades especiales (DeFranco et al., 2018).

3.5.2 Para el alumno

Desde la perspectiva del alumno, IoT puede ayudar a comunicarse con sus compañeros de clase, compartir datos de proyectos, discutir y revisar materiales de aprendizaje en tiempo real e inclusive tener la capacidad de acceder a recursos de formación remota, como laboratorios remotos. Además, IoT tiene la capacidad de proveer a los estudiantes estrategias para aprender, pudiendo basarse en la ubicación, la hora, la fecha, la interacción del estudiante y el nivel de conocimiento, con el fin de que pueda auto educarse en cualquier momento y lugar (DeFranco et al. 2018).

Por ello, si se implementa IoT en la educación, no solo se busca mejorar el proceso escolarizado de los estudiantes, sino también motivarlos a que despierte la curiosidad por aprender y tener más interés en adquirir información extra que logre satisfacer la necesidad de conocimiento (Rizzo et al., 2018).

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS LITERARIO

En este capítulo se realizará un análisis de las tablas que hacen referencia a los dispositivos IoT, artículos de estudios realizados y años en los que fueron publicados.

4.1 Tablas de artículos sobre dispositivos IoT en educación

Para realizar la Tabla 1 se ha hecho una búsqueda de artículos, con apoyo de bases científicas y buscadores, que mencionen y hagan referencia a la intervención de dispositivos IoT en la educación, para su mejora. Se han tomado en cuenta artículos que hayan sido publicados desde el 2015 hasta el presente año (2020), debido a que la tecnología evoluciona de manera rápida y es necesario tener en cuenta estudios recientes. Además, se ha considerado no analizar estudios que traten acerca del uso de dispositivos como teléfonos inteligentes, computadoras y tabletas.

Las columnas de la Tabla 1 se identifican de la siguiente manera: el ID que ha sido asignado para poder identificar de manera sencilla cada uno de los artículos, primer autor es el que hace referencia al primer autor mencionado en cada publicación, año de publicación y tema.

Tabla 1.

Publicaciones de dispositivos IoT en educación

ID	Primer autor	Año de publicación	Tema
[1]	Liang, J.	2019	Smart Interactive Education System Based on Wearable Devices

[2]	Herrera, O.	2019	Monitoring Student Activities with Smartwatches: On the Academic Performance Enhancement
[3]	Ciolacu, M.	2019	Education 4.0 – Jump to Innovation with IoT in Higher Education
[4]	Clarity Innovations	2016	Internet of Things
[5]	Manoj, N.	2018	Use of Smart Glasses in Education-A Study
[6]	Blázquez, A.	2017	Realidad aumentada en Educación
[7]	Ali, M.	2018	Developing Applications for Voice Enabled IoT Devices to Improve Classroom Activities
[8]	Ciolacu, M.	2019	Enabling IoT in Education 4.0 with BioSensors from Wearables and Artificial Intelligence
[9]	Samsung Perú	2018	La tecnología wearable y sus alcances para la educación de hoy
[10]	Peñaloza, J.	2020	Desarrollo de un prototipo educativo para el aprendizaje de contenidos curriculares de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones usando Beacons
[11]	Posada, D.	2016	La enseñanza del espacio geográfico mediante el tablero digital interactivo: Estudio de caso con docentes de instituciones educativas del departamento de Antioquia.
[12]	Castillo, J.	2016	Uso de pizarra digitales interactivas como recurso de enseñanza para los docentes
[13]	Cala, R.	2018	El impacto del uso de pizarras digitales interactivas (PDI) en el proceso de enseñanza aprendizaje. Un caso de estudio en la Universidad de Otavalo
[14]	Aguilar, M.	2015	Tutoría universitaria con soporte del bolígrafo digital: Análisis de una experiencia.
[15]	Koshy, R.	2017	IOT Based Information Dissemination System in the field of Education
[16]	Paul, S.	2019	The Role of AR/ VR in an IoT connected digital enterprise for smart education
[17]	Abdel, M.	2018	Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process

[18]	García, A.	2016	Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje
[19]	Ferguson, R.	2019	Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7
[20]	Almagro, A.	2019	Naturaleza y drones para la enseñanza de las Ciencias y la Educación Ambiental en primaria
[21]	Troncho, E.	2019	Drones, una forma divertida de aprender a programar en clase
[22]	Revista Costadigital	2019	Drones en Aula: Conociendo el entrono con un sentido pedagógico
[23]	Babic, S.	2018	Perceived User Experience and Performance of Intelligent Personal Assistants Employed in Higher Education Settings
[24]	Delgado, C.	2019	What Can You Do with Educational Technology that is Getting More Human?
[25]	Kita, T.	2019	Implementation of Voice User Interfaces to Enhance Users' Activities on Moodle
[26]	Joyce, R.	2019	Improving Note-Taking Skills for Students With Disabilities Through a Smartpen Intervention
[27]	Accha, V.	2017	Implementation of Digital Notebook for Academic purpose
[28]	Andrango, W.	2020	Estudio preliminar de iot aplicado a smart campus para registro de documentos académicos por medio del desarrollo de un prototipo utilizando beacons.
[29]	Rojo, S.	2020	Aprendizaje basado en proyectos: Dronótica en el Makerspace en 4º de la ESO como intervención sobre la brecha digital de género
[30]	Al-Emran, M.	2020	A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges
[31]	Shahin, Y.	2020	Technological acceptance of the Internet of things (IOT) In Egyptian schools
[32]	Hasan, T.	2020	A Quantitative Survey on Smart Classroom with IoT
[33]	Siripongdee, K.	2020	A blended learning model with IoT-based technology: ¿effectively used when the COVID-19 pandemic?

[34]	Ane, T.	2020	Performance of Internet of Things (IoT) Potential Applications in Education
[35]	Tien, Q.	2020	Orientation for an Education 4.0: A New Vision for Future Education in Vietnam
[36]	Joshi, A.	2020	Learning Analytics framework for measuring students' performance and teachers' involvement through problem based learning in engineering education
[37]	Yoon, H.	2020	Collocated Wearable Interaction for Audio Book Application on Smartwatch and Hearables
[38]	Jovanovic, P.	2020	Examining the Use of Wearable Technologies in K-12 Education: A Systematic Review of the Literature
[39]	Yeh, J. H.-J.	2020	Environmentally Embedded Internet-of-Things for Secondary and Higher Education
[40]	Bi, H.	2020	SmartGe: Identifying Pen-Holding Gesture With Smartwatch

En la Tabla 2, se desarrolla la información de los dispositivos IoT en educación que mencionan cada uno de los artículos que describe la Tabla 1. En esta ocasión, cada publicación está identificada con los ID asignados en la tabla anterior.

Los resultados de esta investigación (ver Figura 24) han arrojado que los dispositivos de los que más se habla dentro de los estudios son: reloj y gafas inteligentes. Por otro lado, hay pocos estudios respecto a los dispositivos como: robot de telepresencia, mesa interactiva, cuaderno, iluminación y ropa inteligente. Por lo tanto, se reconoce que los dispositivos más mencionados son los que apoyan en gran parte a la mejora educativa.

[37]														X			X	
[38]														X	X		X	
[39]									X					X				
[40]														X				
Total	6	6	4	1	6	1	4	5	5	5	2	2	7	6	8	4	3	2

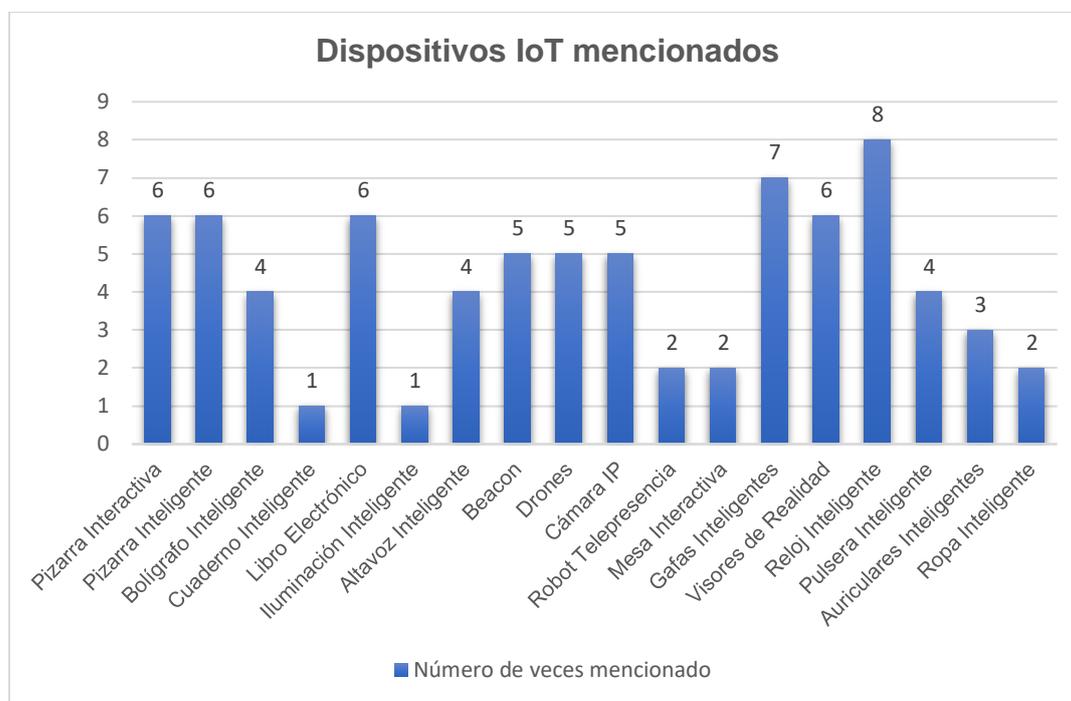


Figura 24. Dispositivos IoT mencionados en los artículos analizados.

4.2 Tabla de países y centros de investigación sobre IoT en educación

En la Tabla 3, se ha tomado en cuenta el país del centro de investigación del primer autor, de los artículos que se detallan en la Tabla 1. Donde se ubica el campo “no aplica” quiere decir que estos estudios fueron realizados por empresas particulares.

Como se ve en la Figura 25, los resultados arrojaron que el país con más publicaciones relacionados a dispositivos IoT en educación, en los últimos cinco años, es España.

Tabla 3.

Países y centros de investigación sobre IoT en educación

ID	País	Centro de investigación del primer autor
[1]	Taiwán	Chang Gung University
[2]	México	Universidad Autónoma Metropolitana
[3]	Rumania	UPB-CETTI University of Bucharest
[4]	Estados Unidos	No aplica
[5]	India	Bharat Institute of Engineering and Technology
[6]	España	Universidad Politécnica de Madrid
[7]	Bangladesh	Bangladesh Digital Education Research Limited
[8]	Rumania	UPB-CETTI University of Bucharest
[9]	Perú	No aplica
[10]	Ecuador	Universidad de las Américas
[11]	Colombia	Universidad de Antioquia
[12]	Ecuador	Universidad Católica de Cuenca
[13]	Ecuador	Universidad de Otavalo
[14]	México	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
[15]	India	Sardar Patel Institute of Technology Mumbai
[16]	Dubái	Higher Colleges of Technology
[17]	Egipto	Zagazig University
[18]	España	Universidad de Salamanca
[19]	Reino Unido	The Open University
[20]	España	Universidad de Jaén
[21]	España	Universidad Jaume I
[22]	Chile	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
[23]	Croacia	Polytechnic of Rijeka
[24]	España	Universidad Carlos III de Madrid
[25]	Japón	Kumamoto University
[26]	Estados Unidos	Temple University
[27]	India	Amity University
[28]	Ecuador	Universidad Politécnica Salesiana
[29]	España	Universidad Internacional de la Rioja
[30]	Vietnam	Ton Duc Thang University
[31]	Egipto	Tanta University
[32]	Bangladesh	University of Development Alternative
[33]	Tailandia	King Mongkut Institute of Technology Ladkrabang

[34]	Bangladesh	Bangabandhu Sheikh Mujibur Rahman Agricultural University
[35]	Vietnam	Hai Phong University
[36]	India	KLE Technological University
[37]	Korea	Hanshin University
[38]	Canadá	Ontario Tech University
[39]	Estados Unidos	Azusa Pacific University
[40]	China	Wuhan University



Figura 25. Países que han hecho publicaciones relacionado con IoT en educación.

4.3 Tabla comparativa de publicaciones por año

Para la Tabla 4, se han tomado en cuenta los años de publicación de los artículos mencionados en la Tabla 1.

Este análisis muestra que (Figura 26) la tendencia de estudios basados dispositivos IoT aplicados a la educación ha aumentado conforme el paso de los años. Dando como resultado que en 2015 hay un solo estudio, mientras que en la cúspide se encuentra el 2020 con 14 estudios. Lo que permite concluir que en los años futuros la tendencia de dispositivos IoT basados en la educación, es probable, que crezca de manera exponencial debido a los resultados ya obtenidos.

Tabla 4.

Publicaciones por año

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Número de publicaciones	1	4	3	6	12	14	40



Figura 26. Número de publicaciones de IoT en educación por año.

4.4 Tablas de características de dispositivos IoT en educación

Las siguientes características detalladas se hace comparación de acuerdo con los dispositivos IoT enfocado en la educación que se hallaron en las publicaciones de la Tabla 1.

En la Tabla 5, las columnas se encuentran etiquetadas de la siguiente manera: **Interacción con Internet**, hace referencia a que el dispositivo interactúa directamente con internet (directo) o usa algún intermediario para poder acceder a Internet (indirecto). **Se lleva puesto**, significa si el dispositivo para su funcionamiento debe estar puesto en alguna parte del cuerpo o no.

Tabla 5.

Características: Interacción con Internet y si es vestible

Características	Interacción con Internet		Se lleva puesto	
	Directo	Indirecto	Sí	No
Pizarra Interactiva	X			X
Pizarra Inteligente	X			X
Bolígrafo Inteligente		X		X
Cuaderno Inteligente		X		X
Libro electrónico	X			X
Iluminación Inteligente	X			X
Asistente de voz	X			X
Beacons	X			X
Drones		X		X
Cámara IP	X			X
Robot de telepresencia	X			X
Mesa Interactiva	X			X
Gafas Inteligentes	X		X	
Visor de Realidad Virtual	X		X	
Visores de Realidad Aumentada	X		X	
Reloj Inteligente		X	X	
Pulsera Inteligente		X	X	
Auriculares Inteligentes		X	X	
Ropa Inteligente		X	X	

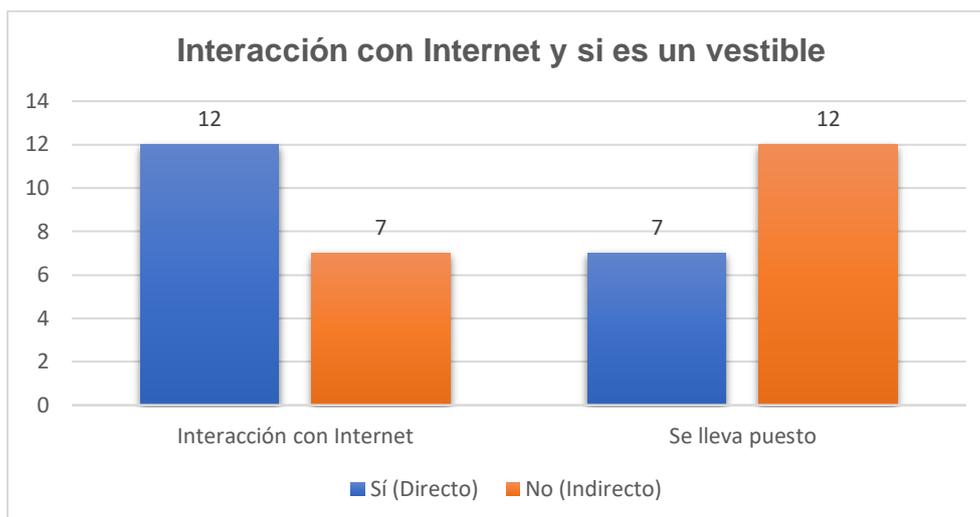


Figura 27. Cantidad de dispositivos IoT en educación que interactúan directa o indirectamente con Internet y si son dispositivos vestibles.

Basado en el análisis de los dispositivos respecto a su interacción con Internet y si se puede llevar puesto, como refleja la Figura 27, la mayoría de los dispositivos IoT enfocados en educación interactúan directamente con Internet y a su vez gran parte de ellos no son dispositivos *wearables*.

En la Tabla 6, las columnas se encuentran etiquetadas de la siguiente manera: **uso educativo**, aquí se compara si el dispositivo puede usarse en espacios interiores (dentro del aula), espacios abiertos (fuera del aula) o en las dos situaciones (ambas).

Tabla 6.

Características: uso educativo del dispositivo

Características	Uso educativo		
	Dentro del aula	Fuera del aula	Ambas
Pizarra Interactiva	X		
Pizarra Inteligente	X		
Bolígrafo Inteligente			X
Cuaderno Inteligente			X
Libro electrónico			X

Iluminación Inteligente	X	
Asistente de voz		X
Beacons		X
Drones	X	
Cámara IP	X	
Robot de telepresencia	X	
Mesa Interactiva	X	
Gafas Inteligentes		X
Visor de Realidad Virtual		X
Visores de Realidad Aumentada		X
Reloj Inteligente		X
Pulsera Inteligente		X
Auriculares Inteligentes		X
Ropa Inteligente		X

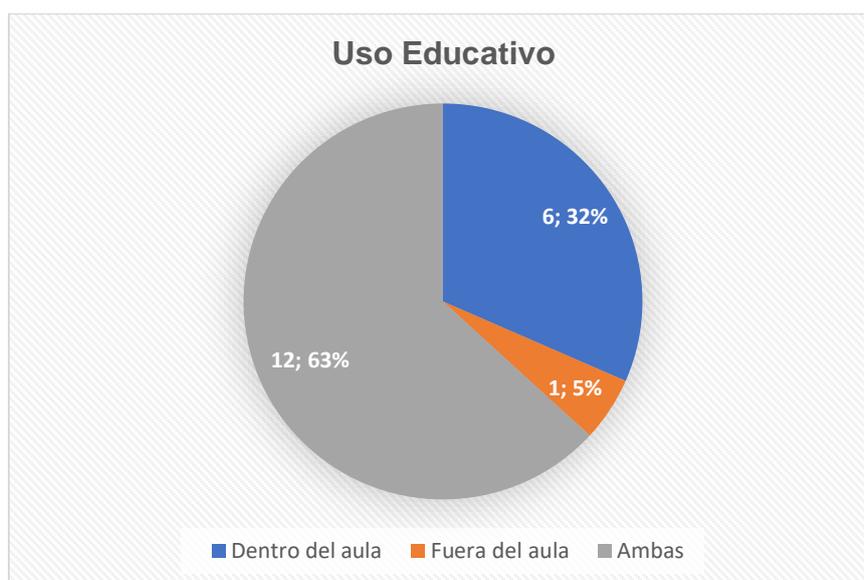


Figura 28. Uso educativo de los dispositivos IoT en educación.

Haciendo referencia al análisis que establece dónde se aplica el uso educativo de los dispositivos IoT enfocados en educación, se puede decir que la mayoría puede servir tanto para utilizarse en actividades dentro del aula como en el exterior (Figura 28).

En la Tabla 7, se apreciará el **costo**, donde se mostrará el precio de los dispositivos en tres rangos: en el rango 1 se encuentran dispositivos con valores que van de \$0 a \$40, en el rango 2 de \$41 a \$100 y en el rango 3 de \$101 en adelante, en este apartado se considerará un precio promedio de los fabricantes.

Respecto al estudio hecho sobre los costos de los dispositivos IoT enfocados en educación, como se puede ver en la Figura 29, gran parte entra en el rango 3, lo que significa que la mayoría cuesta de \$101 en adelante, sin embargo, sí existen dispositivos con valores menores a \$40.

Además, parte de las características a considerar son las actividades en las que se pueden utilizar dispositivos IoT enfocados a la educación. Con base en ese análisis, se puede concluir que todos los dispositivos pueden tener diferentes propósitos, ninguno de ellos es de uso exclusivo para el ámbito educativo.

Tabla 7.

Características: Costo

Características	Costo		
	Rango 1	Rango 2	Rango 3
Pizarra Interactiva			X
Pizarra Inteligente			X
Bolígrafo Inteligente			X
Cuaderno Inteligente	X		
Libro electrónico		X	
Iluminación Inteligente			X
Asistente de voz		X	
Beacons	X		
Drones			X
Cámara IP			X
Robot de telepresencia			X
Mesa Interactiva			X
Gafas Inteligentes			X
Visor de Realidad Virtual	X		
Visores de Realidad Aumentada		X	

Reloj Inteligente		X
Pulsera Inteligente	X	
Auriculares Inteligentes		X
Ropa Inteligente		X

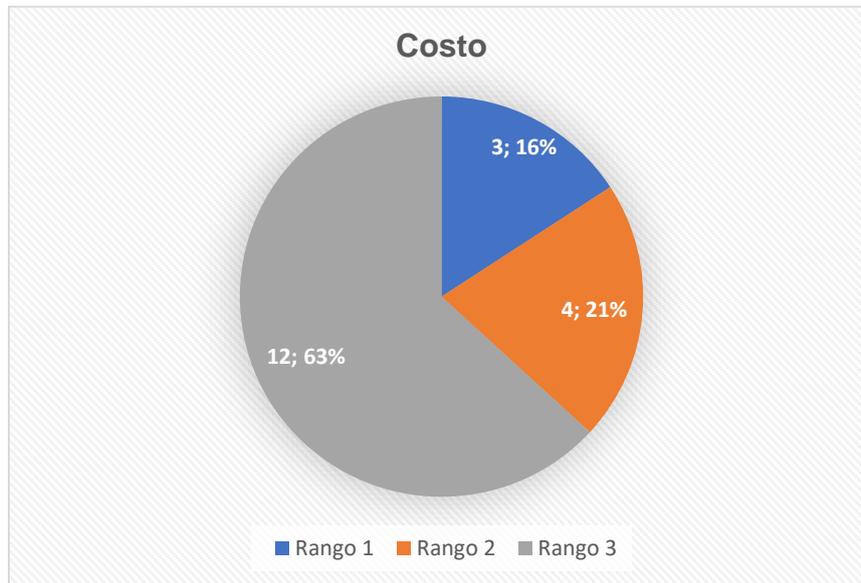


Figura 29. Costo de los dispositivos IoT en educación.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Para la tecnología IoT en sus inicios la educación constaba en sus fines, pero no figuraba entre los principales propósitos, a pesar de ello, poco a poco se pudo evidenciar que en los estudios analizados la implicación de dispositivos IoT es cada vez mayor, por consiguiente, se han reflejado mejoras en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Además, se reconoce que la mayoría de los dispositivos son versátiles debido a que uno sólo se les puede dar diferentes finalidades, por lo que se puede afirmar con certeza que todos los dispositivos que se han encontrado para usarse en educación también pueden implementarse en otras actividades no necesariamente escolares, por ejemplo, las pizarras interactivas e inteligentes a más de servir como instrumento de apoyo para el profesor también pueden usarse en conferencias o reuniones corporativas, del mismo modo, las pulseras y relojes inteligentes así como sirven para mejorar la interacción de los alumnos en las clases, se pueden utilizar para fines médicos. Por consiguiente, las tecnologías IoT a futuro podrán tener usos más específicos para cada carrera.

Por otro lado, las tecnologías IoT en educación presentan diversos desafíos técnicos, éticos y económicos que han hecho que no se los puedan implementar como es debido para uso pedagógico y es importante hacer una mención especial de la falta de conocimiento de estas herramientas en el Ecuador. A pesar de los retos que puedan aparecer, se puede asegurar que el utilizar IoT puede beneficiar y apoyar significativamente en la educación y no sólo para profesores y alumnos, sino también en cuestiones administrativas de las instituciones, que a fin de cuentas son factores indirectos que también aportan.

Así mismo, en la búsqueda de estudios realizados con relación a IoT en educación se descartaron varios debido a que existe una gran cantidad de

autores que analiza a IoT a un nivel macro y no con dispositivos específicos que puedan dar a los interesados una opción oportuna y clara que motive a utilizarlos.

Finalmente, se puede asegurar que en los próximos años la tecnologías IoT ayudarán a mejorar la experiencia en educación promoviendo el aprendizaje a través de cualquier dispositivo inteligente, abriendo paso a nuevas formas para educar, lo que implicará que los estudiantes estén mejor preparados y puedan promover un futuro lleno de expectativas y cosas novedosas. A través de la motivación que genera el uso de dispositivos IoT habrá mayor curiosidad para investigar y del mismo modo se habilitará a que la educación no sólo sea un tema que englobe un aula, el profesor y los alumnos, sino también se pueda encontrar en cualquier lugar un espacio para el aprendizaje.

5.2 Recomendaciones

En vista de que las tecnologías IoT en varios casos han reflejado resultados favorables, sería interesante comenzar a dar mayor uso de estos dispositivos en los diferentes centros de educación, fácilmente se puede comenzar con dispositivos accesibles, como pulseras y relojes inteligentes, o si se quiere avanzar un poco más, con la implementación de pizarras interactivas.

Es importante comenzar a buscar métodos que puedan actualizar la manera en que se educa hoy en día, debido a que las nuevas generaciones ya son nativos digitales y son capaces de entender estas tecnologías incluso mejor que los profesores, por ello, ahí se deberá buscar capacitar de mejor manera a los docentes, pues si bien las tecnologías pueden ayudar mucho a las actividades en el aula, la presencia de un maestro siempre será esencial en el proceso de aprendizaje.

Del mismo modo, es importante que se comiencen a buscar resultados de aplicar más dispositivos IoT en educación, puesto que hay una gran variedad en el mercado, pero no un análisis científico en casos prácticos. Pues se pueden

proponer a futuro opciones específicas para estudios enfocados en *Smart learning*, *Smart campus*, *Smart classroom* y *Smart education*.

A su vez, es importante mencionar que en el presente estudio no se consideraron dispositivos IoT como celulares, tabletas y computadores, puesto que, así como tienen muchos beneficios y aplicaciones también se prestan a ser grandes distractores, por lo que sería factible hacer una investigación a profundidad para reconocer si tiene más resultados positivos que negativos.

Por lo pronto, podría buscarse también implementar en las universidades investigaciones de nuevos dispositivos IoT, como se plantea en la publicación de Maenpaa et al. (2017), que en el transcurso de su periodo lectivo buscaron problemas que se presenten en su universidad y al final implementaron una solución con apoyo de recursos IoT.

REFERENCIAS

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Mohamed, M., & Rushdy, E. (2019). *Internet of things in smart education environment: Supportive framework in the decision-making process*. *Concurrency Computat Pract Exper.*31:e4515. <https://doi.org/10.1002/cpe.4515>
- Accha, V., y Sharma, P. (2017). *Implementation of digital notebook for academic purpose*. *International Conference on Computing and Communication Technologies for Smart Nation (IC3TSN), Gurgaon, 2017*, pp. 255-258, doi: 10.1109/IC3TSN.2017.8284486.
- Aguilar, M. (2015). Tutoría universitaria con soporte del bolígrafo digital: Análisis de una experiencia. *Revista electrónica de investigación educativa REDIE*, 17(1).
- Aldowah, H., Ul Rehman, S., Ghazal, S., y Naufal Umar, I. (2017). *Internet of Things in Higher Education: A Study on Future Learning*. *Journal of Physics: Conference Series*, 892, 012017. doi 10.1088/1742-6596/892/1/012017
- Al-Emran, M., Malik, S. I., y Al-Kabi, M. N. (2019). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. *Studies in Computational Intelligence*, 197–209. doi:10.1007/978-3-030-24513-9_12
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., y Ayyash, M. (2015). *Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. doi 10.1109/comst.2015.2444095
- Ali, M. y Hassan, A. M. (2018). *Developing Applications for Voice Enabled IoT Devices to Improve Classroom Activities*. 2018 21st International Conference of Computer and Information Technology (ICCIT), Dhaka, Bangladesh, pp. 1-4, doi 10.1109/ICCITECHN.2018.8631906.

- Almagro, A. (2019). *Naturaleza y drones para la enseñanza de las Ciencias y la Educación Ambiental en primaria*. (Tesis de grado). Universidad de Jaén, Andalucía, España.
- Andrango, W. y Sánchez, H. (2020). Estudio preliminar de iot aplicado a smart campus para registro de documentos académicos por medio del desarrollo de un prototipo utilizando beacons. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Ecuador.
- Ane, T., Billah, M., y Nepa, T. (2020). Performance of Internet of Things (IoT) Potential Applications in Education. *Bangladesh Journal of Multidisciplinary Scientific Research*, 2(2), 10-16. <https://doi.org/10.46281/bjmsr.v2i2.653>
- Babic, S., Orehovacki, T. y Etinger, D. (2018). *Perceived user experience and performance of intelligent personal assistants employed in higher education settings*. 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, pp. 0830-0834, doi 10.23919/MIPRO.2018.8400153.
- Bagheri, M., y Movahed, S. H. (2016). The Effect of the Internet of Things (IoT) on Education Business Model. 2016 12th International Conference on Signal- Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS). doi 10.1109/sitis.2016.74
- Bi, H., Zhang, J., y Chen, Y. (2020). SmartGe: Identifying Pen-Holding Gesture With Smartwatch. *IEEE Access*, 8, 28820–28830. doi:10.1109/access.2020.2967770
- Blázquez, A. (2017). *Realidad Aumentada en Educación*. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada__Educacion.pdf

- Burt, J., y Sanders, J. (2016). Internet of Things. *Clarity Innovations*. Portland, Oregon, USA. Recuperado de <https://www.clarity-innovations.com/sites/default/files/publications/clarity-iot-in-education.pdf>
- Cala, R., Díaz, L., Espí, N., y Tituaña, J. (2018). El Impacto del uso de pizarras digitales interactivas (PDI) en el Proceso de enseñanza aprendizaje. Un caso de estudio en la Universidad de Otavalo. *Información Tecnológica*, 29(5), 61-69.
- Castillo, J., Palta, N., y Siguenza, J. (2016). Uso de pizarras digitales interactivas como recurso de enseñanza para los docentes. *Revista miscelánea de investigación*, 28 (2), 71-85.
- Cedón, B. (2017). *El origen del IoT*. Recuperado de <http://www.bcendon.com/el-origen-del-iot/>
- Ciolacu, M., Binder, L., Stoichescu D., Svasta P. y Tache, I. (2019). Education 4.0 – Jump to Innovation with IoT in Higher Education. *25th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)*. Congreso llevado a cabo en Cluj-Napoca, Rumanía. doi 10.1109/siitme47687.2019.8990825
- Ciolacu, M.I., Binder, L. y Popp, H. (2019). *Enabling IoT in Education 4.0 with BioSensors from Wearables and Artificial Intelligence*. 2019 IEEE 25th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), Cluj-Napoca, Romania, pp. 17-24, doi 10.1109/SIITME47687.2019.8990763.
- ClearTouch. (2019). *Back to Basics: What is an Interactive Display?* South Carolina, USA. Tomado de <https://www.getcleartouch.com/what-is-an-interactive-display/>
- Corrales, A., Rivas, R. y Salichs, M. (2008). *Sistema de identificación de objetos mediante RFID para un robot personal*. Roboticslab Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.

- Dana, H., Jarmila, S., Hanzel, P., y Gubalova, J. (2011). Modern technology in education. 2011 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning. doi 10.1109/icl.2011.6059607
- De Arriba-Perez, F., Caeiro-Rodriguez, M., y Santos-Gago, J. M. (2017). Towards the use of commercial wrist wearables in education. 2017 4th Experiment@International Conference (exp.at'17). doi 10.1109/expat.2017.7984354
- DeFranco, J., Kassab, M. y Voas, J. (2018). Smarter Education. *IT Professional*, 20(5), 20–24. doi:10.1109/mitp.2018.053891333
- Delgado, C., Alario-Hoyos, C., Muñoz-Merino, P. J., Ibáñez, M., Estévez-Ayres, I., y Crespo-García, R. M. (2019). *What Can You Do with Educational Technology that is Getting More Human?* IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates, 2019, pp. 1480-1487, doi: 10.1109/EDUCON.2019.8725188.
- Dorsemaine, B., Gaulier, J., Wary, J., Kheir, N., y Urien, P. (2015). *Internet of Things: A Definition & Taxonomy*. 2015 9th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies. doi 10.1109/ngmast.2015.71
- Drone4drive. (2020). *¿Qué es un dron?* España. Recuperado de https://www.drone4drive.com/que-es-un-dron/#%C2%BFComo_funciona_un_dron?
- Falcao, R., Ferreira, J., y Carrazedo, M. (2019). *The influence of ubiquitous connectivity, trust, personality and generational effects on mobile tourism purchases*. *Information Technology & Tourism*. doi 10.1007/s40558-019-00154-1
- Ferguson, R., Coughlan, T., Egelanddsal, K., Gaved, M., Herodotou, C., Hillaire, G., Jones, D., Jowers, I., Kukulska-Hulme, A., McAndrew, P., Misiejuk, K., Ness, I.

J., Rienties, B., Scanlon, E., Sharples, M., Wasson, B., Weller, M. y Whitelock, D. (2019). *Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7*.

Funso, J. (2013). E-learning and educational technology. 2013 Africon. doi:10.1109/afrcon.2013.6757665

García, A. (2016). Recursos digitales para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. Recuperado de <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/131421/Recursos%20digitales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GE Current. (2019). *Iluminación Inteligente en 2019. Escenario actual, beneficios y tendencias*. Tomado de https://products.gecurrent.com/sites/products.currentbyge.com/files/documents/document_file/Whitepaper-Iluminacion-inteligente-2019.pdf

Gutiérrez, I. y Sánchez, M. (2008) *Pizarra interactiva: uso y aplicaciones para enseñanza*. Universidad de Murcia. Murcia, España.

Hasan, T. y Akter, T. (2020). A Quantitative Survey on Smart Classroom with IoT. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 7(6), 12121-12126. Recuperado de <http://www.jmest.org/wp-content/uploads/JMESTN42353419.pdf>

Herrera, O., Barrera, A., Castro, F., y González, M. (2019). Monitoring Student Activities with Smartwatches: On the Academic Performance Enhancement. *Sensors*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/332191941_Monitoring_Student_Activities_with_Smartwatches_On_the_Academic_Performance_Enhancement

Jiang, H., Chen, X., Zhang, S., Zhang, X., Kong, W. y Zhang, T. (2015). Software for Wearable Devices: Challenges and Opportunities. 2015 IEEE 39th Annual

Computer Software and Applications Conference. doi 10.1109/compsac.2015.269

Jones, B. (2016). *What are Smart Pens? An Introductory Guide*. PSafe. USA. Tomado de <https://www.psafe.com/en/blog/smart-pens-introductory-guide/>

Joshi, A., Desai, P., y Tewari, P. (2020). Learning Analytics framework for measuring students' performance and teachers' involvement through problem based learning in engineering education. *Procedia Computer Science*, 172, 954-959. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.138>

Jovanovic, P. (2020). *Examining the Use of Wearable Technologies in K-12 Education: A Systematic Review of the Literature*. (Master's Thesis). Ontario Tech University. Oshawa, Canada.

Joyce, R y Boyle, J. (2019). *Improving Note-Taking Skills for Students With Disabilities Through a Smartpen Intervention*. 10.1177/0162643419856275.

Kirby, B. y Mosley, B. (2015). *The Architecture of Wearable Technology*. SHARP. Reino Unido. doi 10.13140/RG.2.1.1480.7205

Kita, T., Nagaoka, C., Hiraoka N., y Dougiamas, M. (2019). *Implementation of Voice User Interfaces to Enhance Users' Activities on Moodle*. *4th International Conference on Information Technology (InCIT), Bangkok, Thailand, 2019*, pp. 104-107, doi 10.1109/INCIT.2019.8912086.

Kontakt. (2020). *What is a beacon?* Recuperado de <https://kontakt.io/beacon-basics/what-is-a-beacon/>

Koshy, R., Shah, N., Dhodi M. y Desai A. (2017). *lot based information dissemination system in the field of education*, 2017 2nd International Conference for

Convergence in Technology (I2CT), Mumbai, pp. 217-221, doi: 10.1109/I2CT.2017.8226124.

Kumar N., Krishna P. R., Pagadala P. K. y Saravana N. (2018). *Use of Smart Glasses in Education-A Study*. 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2018 2nd International Conference on, Palladam, India, 2018, pp. 56-59, doi: 10.1109/I-SMAC.2018.8653666.

LaMeres, B. (2020). Embedded Systems Design using the MSP430FR2355 LaunchPad™. doi:10.1007/978-3-030-40574-8

León, A. (2007). ¿Qué es la educación? *EDUCERE*, 11 (39), 595-604. Universidad de los Andes, Venezuela.

Liang, J.-M., Su, W.-C., Chen, Y.-L., Wu, S.-L. y Chen, J.-J. (2019). Smart Interactive Education System Based on Wearable Devices. *Sensors*, 19(15), 3260. doi:10.3390/s19153260

Liege, J. y Lostalé, E. (2018). *La era de la voz: Asistentes virtuales y voice marketing*. Kanlli. Madrid, España. Tomado de https://www.kanlli.com/wp-content/uploads/2018/09/LA_ERA_DE_LA_VOZ_ASISTENTES_VIRTUALES_Y_VOICE_MARKETING.pdf

Luque, J. (2016). *Dispositivos y tecnologías wearables*. Revista digital de Autores Científico-Técnicos y Académicos (ACTA), 1(41). Recuperado de <https://www.acta.es/recursos/revista-digital-manuales-formativos/594-041>

Maenpaa, H., Varjonen, S., Hellas, A., Tarkoma, S., y Mannisto, T. (2017). Assessing IOT Projects in University Education - A Framework for Problem-Based Learning. 2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET). doi 10.1109/icse-seet.2017.6

- Mahmood, S., Palaniappan, S., Hasan, R., Sarker, K. U., Abass, A., y Rajegowda, P. M. (2019). Raspberry PI and role of IoT in Education. 2019 4th MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC). doi:10.1109/icbdsc.2019.8645598
- Midrack, R. (2019). *What Are Smart Earbuds?* Lifewire. USA. Tomado de <https://www.lifewire.com/smart-earbuds-4151923>
- Nakata, S., Okamoto, A. y Horikawa, M. (2019). Process Visualization System using Smart Tags. 2019 6th International Conference on Systems and Informatics. doi 10.1109/ICSAI48974.2019.9010182
- Otegui, J. (2017). *La realidad virtual y la realidad aumentada en el proceso de marketing*. (Tesis de pregrado). Universidad del País Vasco/Euskal.
- Pajuelo, L. (2019). El mejor regalo para el Día del Libro: 'eReaders' con luz y económicos. *EL PAÍS*. Tomado de https://elpais.com/elpais/2019/04/15/escaparate/1555314547_726039.html
- Patel, K. y Patel, S. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International journal of engineering science and computing*, vol 6 (5), pp. 6122-6131.
- Paul, S., Hamad, S. y Khalid, S. (2019). *The Role of AR/ VR in an IoT connected digital enterprise for smart education*, 2019 Sixth HCT Information Technology Trends (ITT), Ras Al Khaimah, United Arab Emirates, pp. 305-308, doi 10.1109/ITT48889.2019.9075102
- Peñaloza, J. (2020). *Desarrollo de un prototipo educativo para el aprendizaje de contenidos curriculares de la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones usando Beacons*. (Tesis de pregrado). Universidad de Las Américas, Quito, Ecuador.

- Pleil, M. (2011). *Introduction to Transducers, Sensors, and Actuators*. (SCME) University of New Mexico. Albuquerque, New Mexico, USA.
- Posada, D. (2016). *La enseñanza del espacio geográfico mediante el tablero digital interactivo: Estudio de caso con docentes de instituciones educativas del departamento de Antioquia*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Prosegur. (s.f.). *¿Qué es mejor: una cámara IP o una cámara CCTV?* Tomado de <https://www.prosegur.es/alarmas/consejos/camara-ip-o-una-camara-cctv#accept>
- Revista Costa Digital. (2019). Drones en Aula: Conociendo el entorno con un sentido pedagógico. *Costadigital*, 3(8), 5-22.
- Rizzo, F. y Pérez, A. (2018). Importancia del uso de las Tics en los docentes. *Espirales, Revista multidisciplinaria de investigación científica*, 2 (23). Guayaquil, Ecuador.
- Rojo, S. (2020). Aprendizaje basado en proyectos: Dronótica en el Makerspace en 4º de la ESO como intervención sobre la brecha digital de género. (Tesis de maestría). Universidad Internacional de la Rioja. Logroño, España.
- Rose, K., Eldridge, S. y Chapin, L. (2015). *La Internet de las Cosas – Una breve reseña*. The Internet Society. Suiza
- Samsung. (23 de febrero de 2018). *La tecnología wearable y sus alcances para la educación de hoy*. Perú. Recuperado de <https://news.samsung.com/pe/la-tecnologia-wearable-y-sus-alcances-para-la-educacion-de-hoy>
- Shahin, Y. (2020). Technological acceptance of the Internet of things (IOT) In Egyptian schools. *International Journal of Instructional Technology and Educational Studies*, 1(1), 6-10. doi: 10.21608/ihites.2020.28215.1003

Siripongdee, K., Pimdee, P., & Tuntiwongwanich, S. (2020). A Blended Learning Model with IoT-based Technology: Effectively used when the COVID-19 pandemic? *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 905-917. DOI: <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.698869>

SmartMedia. (s.f.). *Interactive Tables – SmartMedia*. California, USA. Tomado de <https://www.smartmediaworld.net/products/interactive-tables.html>

Telepresence Robots. (2016). *What is a Telepresence Robot?* Recuperado de <https://telepresencerobots.com/telepresence-robots-faq/what-is-a-telepresence-robot>

Tien, Q. (2020). Orientation for an Education 4.0: A New Vision for Future Education in Vietnam. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(3), 513-526. Recuperado de https://www.ijicc.net/images/vol11iss3/11340_Lea_2020_E_R.pdf

Troncho, E. (2019). *Drones, una forma divertida de aprender a programar en clase*. (Tesis de maestría). Universidad Jaume I, Castellón de la Plana, España.

Ueda, T., & Ikeda, Y. (2016). *Stimulation methods for students' studies using wearables technology*. 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON). doi:10.1109/tencon.2016.7848165

Villar, I. (2015). *Dispositivos inteligentes en el deporte. ¿Éxito o fracaso?* (Tesis de pregrado). Universidad de la Rioja, Logroño, España.

Yeh, J. H.-J., Bartholio, C., Shackleton, E., Costello, L., Perera, M., Yeh, K., y Yeh, C. (2020). *Environmentally Embedded Internet-of-Things for Secondary and Higher Education*. 2020 3rd International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT). doi:10.1109/icict50521.2020.00092

Yoon, H. y Son, J. (2020). *Collocated Wearable Interaction for Audio Book Application on Smartwatch and Hearables*. *Journal of Multimedia Information System*, 7(2), 107–114. <https://doi.org/10.33851/jmis.2020.7.2.107>

