



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE:  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**CARRERA:**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA IOT APLICADO A UNA  
INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EDUCATIVA CON 5G”**

**AUTOR:**

**MARIA AUXILIADORA PESANTES ESPINOZA**

**TUTOR:**

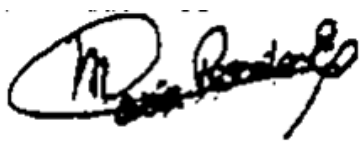
**Msg. MIGUEL QUIROZ**

**JUNIO 2021**


**GUAYAQUIL-ECUADOR**

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **MARIA AUXILIADORA PESANTES ESPINOZA**, declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del/los autor/es.



Firma autor



Firma:  
(Tutor): Miguel A. Quiroz Martínez  
C.I.: 0922799655

# DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA IOT APLICADO A UNA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EDUCATIVA CON 5G

Miguel Angel Quiroz Martinez <sup>1</sup>, Maria Auxiliadora Pesantes Espinoza<sup>2</sup>, Monica Daniela Gomez Rios<sup>1</sup>, Maikel Yelandi Leyva Vazquez <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Computer Science Department, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador

<sup>1</sup>{mquiroz, mgomezr, mleyva}@ups.edu.ec <sup>2</sup>{mpesantese}@est.ups.edu.ec

**Abstract:** IoT information was analyzed in education and its benefits so that it can determine a proposal that can strengthen learning, increase opportunities and skills for the educational community. We know that educational institutions are holders and distributors of knowledge, however, the problem is the little interest of the actors about the benefits of technology and even more about the concepts and applications of IoT and 5G in education. The objective of this document is the design of an IoT architecture applied in an educational technology infrastructure with 5G. The exploration and deductive method was applied for the analysis of the information of the referenced articles. It resulted in a four-layer architecture such as: The sensor or device layer, whose function is to obtain variables associated with the institution and its students. The internet and connection layer, where all nodes in the infrastructure connect to a head node. The storage and processing layer, whose function is to capture, save, and process the received data. The presentation layer allows end users to view data about the conditions under which the school is located in a web interface and transform it into useful information; to be able to follow in real time the evolution of the educational institution and its student.

This work takes the form of a descriptive and analytical study on architecture in educational environments thus demonstrating that combining technology with education obtains great tools that will serve as a great help to offer students access to unlimited sources of information and that allow the student to expand their knowledge and at the same time provide the teacher with an easier way to carry out their daily work allowing a significant control in time students and the difficulties they can present by providing a better quality of education.

**Keywords:** IoT architecture, educational infrastructure, Internet of Thing, technology.

**Resumen:** Se analizó información de IoT en la educación y sus beneficios poder determinar una propuesta que pueda fortalecer el aprendizaje, aumentar las oportunidades y habilidades para la comunidad educativa. Conocemos que las instituciones educativas son poseedoras y distribuidoras de conocimiento, sin embargo, el problema es el poco interés de los actores sobre los beneficios de la tecnología sobre los conceptos y aplicaciones de IoT y 5G en la educación. Se aplicó la exploración y método deductivo para el análisis de la información de

los artículos referenciados. El presente trabajo toma forma de un estudio descriptivo y analítico acerca de la arquitectura en entornos educativos demostrando de esta manera que el combinar la tecnología con la educación se obtiene grandes herramientas que servirán de gran ayuda para ofrecer a los estudiantes accesos a ilimitadas fuentes de información y que permitan al estudiante ampliar sus conocimientos y al mismo tiempo brindar al docente una manera más sencilla de realizar su labor diaria permitiendo un contante control en tiempo real del estudiante y de las dificultades que puede presentar otorgando de esta manera una mejor calidad de educación.

**Palabras claves:** arquitectura IoT, infraestructura educativa, Internet de las Cosas, tecnología.

## 1 Introducción

La integración de nuevas tecnologías es una de los principales problemas en la educación no solo por la limitante de equipos de hardware o de acceso a internet sino más bien por la cultura de aprendizaje donde el docente y el estudiante se han acostumbrado a una educación donde los avances tecnológicos no tienen gran impacto con el pasar del tiempo en la forma de enseñar.

La tecnología IoT dentro de redes móviles 5G mejorará de manera significativa las infraestructuras educativas en un entorno físico y virtual de tal manera que se puede enriquecer el entorno con dispositivos digitales, contextuales y adaptativos que proporcionan situaciones, eventos, intervenciones y percepciones necesarias para alentar a los estudiantes a aprender, conocer y resolver situaciones e interactuar activa y virtualmente con el grupo. [1]

Acontecimientos recientes en el sector de la educación han reavivado el interés en estudiar mejoras dentro del sistema educativo y poder tener un sistema de interacción eficiente entre estudiantes, maestros y empleadores mediante la tecnología 5G e IoT donde su origen proviene de dos diferentes áreas como son el Internet y las comunicaciones máquina a máquina [2]. Para esto es necesario identificar necesidades o nuevas potencialidades aplicables mediante el uso de IoT para la educación, a través del análisis de una arquitectura.

Entonces, ¿De qué manera una arquitectura basada en IoT con 5G podría ayudar a una infraestructura tecnológica educativa?

La sociedad ecuatoriana continúa evolucionando en relación del manejo de medios digitales.

Existen 14,25 millones de usuarios cuentan con acceso a internet [3]. Entonces al analizar una infraestructura tecnológica educativa basada en IoT y 5G transforma la forma tradicional de cómo se llevan los procesos y actividades dentro del ámbito educativo, de investigación y administrativas para poder construir poco a poco un ambiente tecnológico.

Sin embargo, no podemos dejar de lado la importancia de combinar la tecnología con la pedagogía para de esa manera poder desarrollar diferentes habilidades y conocimiento con los cuales el estudiante va a poder desarrollar de manera óptima.

Al analizar las nuevas aplicaciones de tecnología, especialmente el Internet de las cosas y la tecnología de quinta generación se puede realizar una arquitectura aplicada a una infraestructura educativa basada en ambas tecnologías.

## **2 Materiales y Métodos**

### **2.1 Preliminares**

#### **2.1.1 ¿Por qué IoT?**

A medida que ha surgido el internet se puede ver que es uno de los avances más revolucionario en la actualidad, debido a que ha ido cambiando hábitos y hasta formas de vivir en diferentes aspectos, como la administración de empresas, las comunicaciones entre personas, atención a usuarios, transacciones bancarias, compras, la educación, entre otros aspectos. Ahora surge un nuevo concepto el Internet de las Cosas conocido como un ecosistema de objetos conectados que se comunican entre sí y que tienen la capacidad de detectar e interactuar con su entorno [4].

Esta tecnología conocida como IoT, que hemos visto cómo los últimos años crece, facilita mucho más nuestra vida porque permite a entidades físicas y fenómenos físicos comunicarse entre ellos. Es importante conocer que IoT es considerada la próxima evolución del internet, que posee la capacidad para poder analizar, agrupar y distribuir diferentes datos que se convierten en información [5].

IoT tiene como fortaleza principal el gran impacto que puede tener en varios aspectos de nuestro día a día. En este punto la educación no puede dejar de evolucionar por medio de recopilación de información y a su vez la elaboración del material didáctico utilizando diferentes herramientas tecnológicas para tal fin.

#### **2.1.2 Infraestructura educativa y el Internet de las Cosas**

Esta infraestructura compuesta por dispositivos IoT crea un entorno tecnológico no solamente para acceder a información o para un simple aprendizaje y así poder tener un soporte de la enseñanza. Más bien se debe esperar una activa participación en el proceso mediante la orientación, las instrucciones y el uso de sugerencias hacia un aprendizaje proactivo con el objetivo de poder apoyar y a su vez atraer al estudiante, pero para eso es necesario pensar en que una infraestructura educativa es una combinación entre la tecnología, pedagogía y comunidad.

El reto no es el desarrollo y la implementación de la tecnología, si no es la capacidad con la que los sujetos realizan su aplicación, comprensión de la dificultad y profundidad de lo que es sobrellevar estos cambios y de esa forma tener la probabilidad de afrontar dichos avances tecnológicos [7]. La pedagogía es el fundamento mediante el cual se realiza los modelos enseñanza – aprendizajes basados en tecnologías; mientras que la comunidad involucra directivos, profesores, estudiantes y padres de familia [6].

La tecnología IoT tiene varias maneras de presentarse dentro de los sistemas educativos. Para clasificar las posibilidades se muestran dos tipos de interacción entre IoT y la educación.

### **2.1.3 IoT como herramienta pedagógica**

Cada estudiante tiene sus habilidades de aprendizaje y es por eso que es de mucha importancia poder construir nuevas formas de satisfacer las necesidades de cada uno de ellos.

Al relacionar IoT como un instrumento pedagógico se refiere a la implementación IoT no solo en la educación y aprendizaje, sino que además en la forma de generar contenido que permita al estudiante desarrollar sus destrezas y habilidades.

#### **2.1.4 Administración de instalación y recursos educativos.**

- Administración de documentos, recursos bibliográficos, suministros y equipos.
- Administración de infraestructura.
- Difusión de contenido e información institucional.
- Optimización de la infraestructura tecnológica.
- Administración académica.

### **2.1.5 Internet de las cosas y la tecnología 5G**

Así como 4G fue la época del smartphone, esperamos que 5G sea la época de IoT.

El 5G brinda oportunidades a la sociedad y a las industrias. A partir del inicio de las telecomunicaciones, cada generación de tecnología se ha evolucionado para mejorar la cobertura, capacidad del espectro, permitiendo que las telecomunicaciones continúen el ritmo del incremento del tráfico [10].

Aun cuando la implementación total del 4G todavía está en proceso, los fabricantes y operadores están en el desarrollo de la estandarización de 5G.

La tecnología 5G no es una simple herramienta para transmitir en menos tiempo mayor cantidad de datos, sino que brinda diferentes posibilidades al IoT donde va a ser primordial soportar la relación de miles y millones de dispositivos [10]. Dentro de las características de 5G tenemos las velocidades de transmisión que son mucho más rápidas, una conectividad de baja latencia y segura para las telecomunicaciones móviles de todo el mundo.

### **2.1.6 Tecnología de quinta generación en la educación.**

La tecnología 5G permitirá la puesta en marcha del aula invertida [14], “El aula invertida o flipped classroom es un método de enseñanza cuyo principal objetivo es que el alumno/a asuma un rol mucho más activo en su proceso de aprendizaje que el que venía ocupando tradicionalmente” [15]. Es decir, donde los alumnos por sí mismo estudiarán los conceptos que les facilite el maestro para de esta forma poder aprovechar el tiempo de clases para realizar una práctica y resolver dudas o hacer debates de algún tema en específico.

La tecnología 5G brinda una nueva forma al paradigma tradicional de aprender donde el docente está al frente de un aula impartiendo las clases.

El aula invertida es aplicada en todos los niveles como básica elemental, media, superior, bachillerato, tercer nivel e incluso en educación para los adultos.

El aplicar la tecnología 5G en la educación conduciría a que el aprendizaje sea más que una simple videollamada sino más bien que sea mucho más interactivo y también

personalizados. Y es que el 98% de los docentes considera que el video es una herramienta fundamental en su plan de estudios, porque aumenta la satisfacción de los estudiantes en un 91% y sus logros en un 82%. Sin embargo, a los estudiantes en edades tempranas, puede resultarles complicado mantener la atención, sin más estímulo que el de ver a su profesor hablando en una pantalla [14]; es ahí donde podemos ver la importancia de una educación con tecnología 5G que facilite el proceso cognitivo del estudiante.

Es importante conocer que el 5G podría desatar todo el potencial de la inteligencia artificial de manera en que podamos saber el área en que el estudiante necesita desarrollarse de manera particular y así poder realizar una adaptación adecuada y aligerar el trabajo de los profesores.

### 2.1.7 Arquitectura IoT

El éxito de IoT en gran parte depende de una arquitectura que permita una tecnología segura y dinámica [16].

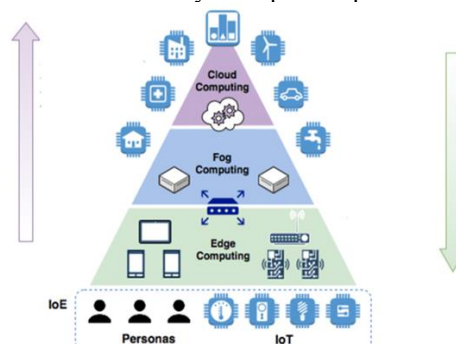
Una arquitectura debe cumplir requerimientos para que sea viable. Debe basarse en 5 pilares fundamentales que son: tecnología distribuida, arquitectura escalable, eficiencia energética, seguridad y conectar al mundo con la web.

Existen varias propuestas de arquitectura IoT, sin embargo, tomamos como referencia la siguiente arquitectura realizada por la empresa Summit Sharma de MuleSoft.



Fig. 1. Arquitectura propuesta

Modelo de cuatro capas, la capa de Cosas/Objetos/Dispositivos, Capa de Puntos de Acceso, Capa de Procesamiento de Datos y la Capa de Aplicaciones [19].



**Fig. 2.** Arquitectura de una infraestructura tecnológica educativa.

La infraestructura de una institución educativa va a estar compuesta por dispositivos que poseen los estudiantes o maestros por medio de los cuales los estudiantes van a poder generar la información necesaria para sus docentes por medio de aplicaciones o la también conocida gamificación de la cual se pueden obtener datos importantes de cada uno de los estudiantes. Lo que antes tomaba mucho tiempo en calificar y de igual manera poder darle un seguimiento al estudiante, con las tecnologías analizadas solo tomará unos segundos y podrás obtener información completamente importante y así poder darle un seguimiento óptimo al estudiante y a su vez veremos cómo poco a poco se verá el mejoramiento académico en él.

Los docentes deben de visualizar la tecnología como un apoyo en sus labores diarias. No solo en la forma de calificar las evaluaciones o práctica de los estudiantes, sino también en la creación de sus contenidos, elaboración de evaluaciones, al momento de obtener informes generales del progreso de sus alumnos y la manera de compartir contenidos significativos con ellos.

Las instituciones también se pueden beneficiar de estas tecnologías y es que por medio ellas las instituciones se convierten en más seguras utilizando planes de seguridad que son personalizados y que utilizan dispositivos conectados entre ellos como señalización, sensores y cerraduras de puertas. De la misma manera las instituciones pueden trabajar con los datos obtenidos por los dispositivos que utilizan IoT

### 3 Resultados

La arquitectura propuesta es en base a técnicas científicas y a la evaluación de expertos en la educación empleado la representación lingüística.

Para el diseño de la arquitectura se utilizaron las siguientes características de calidad.

Rendimiento	Compatibilidad	Fiabilidad	Seguridad	Mantenibilidad	Portabilidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comportamiento en el tiempo</li> <li>• Utilización de recursos</li> <li>• Capacidad</li> <li>• Exactitud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Co-existencia</li> <li>• Interoperabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madurez</li> <li>• Disponibilidad</li> <li>• Tolerancia a fallos</li> <li>• Conectividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confidencialidad</li> <li>• Integridad</li> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Autenticidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modularidad</li> <li>• Reusabilidad</li> <li>• Escalabilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptabilidad</li> <li>• Conformidad</li> </ul>

**Fig. 3.** Requisitos de calidad para la implementación de la arquitectura propuesta.

#### 3.1 Evaluación de la arquitectura.

La evaluación de la calidad de arquitecturas es importante porque sin ella no se obtendrían las metas propuestas. Evaluando se puede mejorar la calidad de la arquitectura. Además, tener una herramienta de evaluación permitirá encontrar los factores que afectan negativamente la calidad.

El flujo de trabajo permite establecer la viabilidad, según los expertos. En la Fig. 4, se muestran gráficamente las actividades para el flujo de trabajo:





**Fig. 4.** Actividades de flujo de trabajo para la evaluación de la arquitectura. A partir de la determinación de los criterios y sub criterios se define la siguiente estructura (tabla 1), tomando en consideración la importancia y el nivel de cada uno de los criterios.

**Tabla. 1.** Estructura de criterios.

Sub Criterios	Opera-dor	Criterios	Operador	Evaluación
Comportamiento temporal	0,4	Rendimiento	C-	Evaluación de arquitectura
Utilización de recursos	0,3			
Capacidad	0,3			
Exactitud	0,4			
Co-existencia	0,5	Compatibilidad	C-	
Interoperabilidad	0,5			
Madurez	0,2	Fiabilidad	C-	
Disponibilidad	0,3			
Tolerancia a fallos	0,3			
Conectividad	0,3			
Confidencialidad	0,2	Seguridad	C-	
Integridad	0,3			
Responsabilidad	0,3			
Autenticidad	0,2			
Modularidad	0,3	Mantenibilidad	C-	
Reusabilidad	0,3			
Escalabilidad	0,2	Portabilidad	C-	
Adaptabilidad	0,5			
Conformidad	0,4			

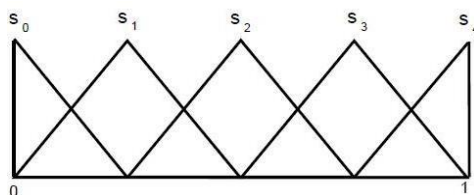
El resultado obtenido muestra el diseño de la Arquitectura para la infraestructura tecnológica educativa.

La evaluación colectiva de la propuesta por un conjunto de expertos se completa con un método en el que se practica una puntuación lógica y de preferencias donde los criterios se valoraron a partir de la siguiente escala lingüística (tabla 2):

**Tabla 2.** Valoración de servicios

No.	Etiquetas	Funciones de pertenencia
S0	<i>Muy bajo (MB)</i>	(0.0, 0.0, 0.25)
S1	<i>Bajo (B)</i>	(0.0, 0.25, 0.50)
S2	<i>Medio (M)</i>	(0.25, 0.50, 0.75)
S3	<i>Alto (A)</i>	(0.50, 0.75, 1)
S4	<i>Muy alto (MA)</i>	(0.75, 1, 1)

A continuación, las etiquetas lingüísticas y las funciones de pertenencia se representan en la Fig. 5.



**Fig.5.** Conjunto de etiquetas utilizadas.

A partir de la evaluación brindada por los expertos se obtuvo los siguientes resultados.

**Tabla 3.** Evaluación lingüística de los criterios

Sub Criterios	Evaluación	Criterios
Comportamiento temporal	S3	Rendimiento
Utilización de recursos	S3	
Capacidad	S4	
Exactitud	S2	Compatibilidad
Co-existencia	S4	
Interoperabilidad	S4	
Madurez	S4	Fiabilidad
Disponibilidad	S3	
Tolerancia a fallos	S3	
Conectividad	S2	
Confidencialidad	S4	Seguridad
Integridad	S3	
Responsabilidad	S2	
Autenticidad	S4	Mantenibilidad
Modularidad	S4	
Reusabilidad	S4	
Escalabilidad	S3	Portabilidad
Adaptabilidad	S4	
Conformidad	S4	

La agregación se realizó en dos etapas, en la primera se obtuvieron los valores para cada uno de los subcriterios.

**Tabla 4.** Evaluación de los criterios.

Criterios	Evaluación
Rendimiento	S3
Compatibilidad	S4
Fiabilidad	S3
Seguridad	S3
Mantenibilidad	S4
Portabilidad	S4

El resultado de la agregación a partir de los criterios evaluados nos brinda la siguiente información lingüística (S4) que muestra una alta valoración por parte de los expertos con respecto a la arquitectura implementada.

## 4 Conclusiones

La arquitectura propuesta puede ser aplicado en una infraestructura tecnológica educativa, con las tecnologías adecuadas, se evaluó mediante el método LSP a partir de los atributos de calidad permitieron observar un valor alto por parte de los expertos.

El IoT está cambiando la forma en la que se utiliza la tecnología en favor de los seres humanos y a su vez del ambiente que nos rodea. Es por eso que cada día vemos como se incrementa el número de dispositivos y objetos conectados entre sí para poder brindar información en tiempo real.

La búsqueda de información que se ha realizado sirve de aporte para la implementación del IoT en conjunto con herramientas didácticas direccionadas a distintos ámbitos educativos, donde las instituciones pueden hacer uso de estas tecnologías de una manera que se pueda acceder en orden económico y tecnológico.

La educación no está distante de estas nuevas tecnologías sin embargo en un principio será un poco complicado adaptarla al campo de la educación.

## 5 Referencias

- [1] M. Dumancic, M. Homen Pavlin y N. Rogulja, «Development of a Smart Environment as Support for Smart Education in the Future,» CROSBI, vol. 1, n° 1, p. 8, 2019.
- [2] J. & M. J. & C. C. J. Rueda-Rueda, « Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior.» ResearchGate, vol. 1, n° 1, p. 4, 09 2017.
- [3] J. P. D. A. Ponce, «Estado Digital Enero 2020,» Mentinno - Innovation & Lifetime value partners, Quito, 2020.
- [4] Gartner, «Glosario de Gartner».
- [5] N. Diazgranados, «Diferencia entre dato, información y conocimiento,» E&N EMPRESAS & MANAGMENT, 2016.
- [6] T. A.-M. Benaída, «Blockchain and Internet of Things in Higher Education,» Abril, 2020.
- [7] I. G. M. Godínez, La tecnología, la pedagogía y la sociedad, nuevos retos de la educación a distancia.

- [8] K. R. Scott, «Incorporando IOT en centros educativos. Aplicación y beneficios,» CPV, 2020.
- [9] Á. García, «EL IOT EN LA EDUCACIÓN. APLICACIONES EDUCATIVAS ANDROID,» Tecnología del futuro, 2019.
- [10] G. R. Gregorio Recio, «Introducción al 5G: el gran salto hacia el internet de las cosas,» nae,, 2018.
- [11] Telectrónica, «¿Qué es 5G?: La Nueva Red Móvil, Características, Usos y Aplicaciones,» Telectrónica.
- [12] S. G. d. I. U. Houlin Zhao, «Abrir sendas hacia 5G,» 2018.
- [13] Huawei, «5G Spectrum,» 2020.
- [14] R. & TELECOM, «El nuevo modelo educativo que traerá 5G».INFRAESTRUCTURAS.
- [15] C. B. Albaladejo, «Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom,» 2016.
- [16] L. d. V. Hernández, «Arquitectura IoT, prototipando los dispositivos del futuro.,» 2019.
- [17] A. Arduino, «Arquitecturas IoT |,» 2018.
- [18] M. B. D. R. P. R. H. Sebastián U. Flores, «Diseño y construcción de Sistemas de IoT seguros y escalables.,» SeDiCI, 2018.
- [19] V. A. Tamato Vega, «Estudio de factibilidad de la tecnología Connected Home a través del internet de las cosas IoT dentro de la ciudad de Quito,» dspace UTPL, 2018.
- [20] J. S. U. Lenis, «Tecnología IoT y su aplicación en la sociedad colombiana.,» Scribd, 2019.
- [21] HNJ Dujmović, “Método LSP y su uso para la evaluación de IDE de Java”, Int. J. Aprox. Razón., vol. 41, no. 1, págs. 3–22, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2005.06.006>.
- [20] SHS Al-Subhi, GSS Mahdi, MV Alava, MPYP Pérez y M. Leyva-Vázquez, “Operador media potencia pesada lingüística y su aplicación en la toma de decisiones”, vol. 22, no. Diciembre, págs. 38–43, 2017.