

Diseño e implementación de prácticas pedagógicas para el desarrollo de competencias
relacionadas con tecnologías IoT

Jhoan Sebastián Pabón Niño y Edson Fernney Rey Maldonado

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Electrónico

Director

Homero Ortega Boada

Doctor en ciencias de la ingeniería y radiocomunicaciones.

Codirector

Juan Manuel Rey López

Doctor en Ingeniería Electrónica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Ingeniería Electrónica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A nuestros amigos de vida, **DIJES (Daniela Rojas, Ingrid Mejía, Jesús Rey y Stefany Córdoba)**, por su compañía y respaldo en los momentos más importantes.

A nuestros compañeros del equipo de baloncesto **Dunkeros**, especialmente a **David Bueno, Duván González, Felipe Sierra, Jhon Schiller, Juan Roperó y Alexander Zapata**, por ser un refugio de alegría y distracción en los momentos más difíciles de nuestra carrera universitaria.

Edson y Sebastián

Principalmente, a **Dios**, por guiarme en cada paso de este camino.

A mis padres, **Víctor Rey y Nidia Maldonado**, y a mis hermanos, **Jenny Marcela, Lesly Julieth y Steven Arbey**, por su inquebrantable apoyo emocional y amor incondicional.

A mis primeros y aún vigentes compañeros de universidad, **Gabriela Galvis, Daniel Peñaloza y Alejandro Reatiga**, por estar siempre presentes en mi etapa universitaria.

A mi novia, **Lina Santos**, por su constante apoyo emocional en la recta final de mi carrera.

A mi compañero de tesis, **Sebastián Pabón**, por siempre anteponer los resultados del proyecto sobre cualquier situación personal y por tomar las riendas del trabajo cuando mis circunstancias no me lo permitían.

A mis compañeros del grupo **ERA** —**Diego Calderón, Andres Perdomo, Nicolás Borja, Jhoan Vanegas, Jhon García, Camilo Bohórquez, Sebastián Román, Sebastián Hernández, Andrés Rojas y Aurelio Álvarez**— por brindarme un espacio en su equipo y su apoyo en la culminación de mi vida universitaria.

A todos ellos, mi más sincera gratitud.

Edson Rey

Primero, agradezco a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar esta meta. Sin su guía y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, **Nubia Niño** y **Néstor Pabón**, por su amor incondicional, sus sacrificios y su fe inquebrantable en mí. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por ser mi inspiración constante.

A mis hermanas, **Karen**, **Estefany** y **Daniela** por su apoyo y su compañía. Son mi motivación y orgullo.

A mi novia, **Lesly Gutiérrez**, por su amor, su compañía y por ser mi equilibrio en los momentos más difíciles de mi carrera. Gracias por creer en mí y ser mi refugio en cada paso de este camino.

A mi compañero y amigo **Edson Rey**, por su dedicación, compromiso y trabajo en equipo. Compartir este proceso juntos ha sido una experiencia de aprendizaje invaluable.

A todos ustedes, mi gratitud eterna. Este logro también es suyo.

Sebastián Pabón

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron al desarrollo de este proyecto.

A la **Universidad Industrial de Santander** y a la **Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones**, por brindarnos los recursos y el apoyo institucional necesarios para llevar a cabo este proyecto.

Al **grupo de investigación RADIOGIS**, por permitirnos contar con un espacio dentro de su comunidad académica.

A nuestro director de proyecto, **Homero Ortega**, y a nuestro codirector, **Juan Manuel Rey**, por su invaluable guía, paciencia y compromiso durante todo el proceso.

A los estudiantes de la asignatura **Tópicos Especiales IoT del semestre 2024-2**, por su disposición y colaboración en la validación del proyecto.

A nuestros colegas **Diego Calderón y Miguel Buitrago**, por sus valiosas contribuciones desde su propio proyecto de grado, lo que enriqueció significativamente nuestro trabajo.

A todos ellos, nuestro más profundo agradecimiento.

Tabla de contenido

	Pag.
Introducción	17
1. Objetivos	21
1.1 Objetivo General	21
1.2 Objetivos Específicos.....	21
2. Desarrollo de la solución	22
2.1 Arquitectura de la Solución	22
2.1.1 OA WEB	25
2.1.2 OA Web Integrador.....	26
2.2 Modelo de referencia de Objeto de aprendizaje: Propuesta para la E3T	28
2.2.1 Revisión previa de Modelos de Referencia	28
2.2.2 ¿Cómo es el modelo de referencia para el Objeto de Aprendizaje en este Proyecto de la E3T?	30
2.2.3 Características del Objeto de Aprendizaje	32
2.2.4 Recursos del Objeto de Aprendizaje.....	32
2.2.5 Cómo Diseñar el Objeto de Aprendizaje	33
2.2.6 Cómo Desarrollar el Objeto de Aprendizaje.....	36
2.2.7 Instrumentos de Validación del Objeto de aprendizaje	37
2.2.8 Ficha técnica	38
2.2.9 Visión de Desarrollo	39

2.3 Desarrollo de OA para soluciones IoT basadas en la nube.....	40
2.3.1 Estudio de Competencias y Segmentación de OAs IoT (Estudio de la demanda de temas) 40	
2.3.2 Recursos, Herramientas y Contenidos del OA soluciones IoT	44
2.3.3 Desarrollo del material pedagógico para el OA soluciones IoT	49
2.3.4 Resultado obtenido de una Web App del OA.....	51
2.4 Validación: OA IoT	54
2.4.1 Parte Técnica: Detalles de la Implementación.....	54
2.4.2 Parte Pedagógica: Detalles de la Implementación.....	56
2.4.3 Resultados Generales de los OAs	57
3. Conclusiones	61
4. Recomendaciones	62
Referencias Bibliográficas	64

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 <i>Identificación de Competencias en el caso de estudio del Vivero</i>	41
Tabla 2 <i>Ejes Temáticos del OA IoT</i>	43
Tabla 3 <i>Estructura del OA1</i>	45
Tabla 4 <i>Estructura del OA2 Comunicación Web Parte 1</i>	47
Tabla 5 <i>Estructura del OA2 Comunicación Web Parte 2</i>	48
Tabla 6 <i>Estructura del OA3 Visualización de datos</i>	49
Tabla 7 <i>Ejemplo Ficha técnica</i>	52
Tabla 8 <i>Resultados Promedio por Aspecto de la encuesta de satisfacción en los 3 Objetos de Aprendizaje</i>	59

Lista de Figuras

	pág.
Figura 1 <i>Arquitectura de la Solución</i>	23
Figura 2 <i>Flujo de datos OA Web</i>	25
Figura 3 <i>Diagrama de flujo OA integrador</i>	27
Figura 4 <i>Diagrama de flujo OA integrador: Usuarios</i>	27
Figura 5 <i>Modelo de Referencia</i>	30
Figura 6 <i>Visión Del Modelo</i>	39
Figura 7 <i>Ejemplo Interfaz Web App</i>	51
Figura 8 <i>Porcentajes de los resultados de la prueba Final en los 3 OA</i>	57
Figura 9 <i>Porcentaje de notas en las pruebas prácticas de los 3 OA</i>	58
Figura 10 <i>Encuesta de Satisfacción OA</i>	59

Lista de Apéndices

(Los apéndices pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Pruebas Diagnósticas

Apéndice B. Video Quizzes

Apéndice C. Prácticas

Apéndice D. Pruebas Finales

Apéndices E. Notas y Rúbrica de evaluación

Apéndice F. Evidencias de Validación

Apéndice G. Asignaturas UIS IoT e IIoT

Apéndice H. Web service

Apéndice I. Manual del Modelo de Objeto de Aprendizaje

Apéndice J. Guías de Instalación

Apéndice K. Fichas Técnicas

El presente trabajo de grado fue desarrollado en el marco del proyecto de investigación titulado “*Diseño, desarrollo e implementación de una plataforma IIoT para formación de profesionales en tecnologías de la cuarta revolución industrial*”, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (MinCiencias), código 82273, contrato 719-2022.

Glosario

API (Application Programming Interface): es un conjunto de reglas y protocolos que permite a diferentes aplicaciones comunicarse entre sí. En IoT, las APIs facilitan la integración de dispositivos y servicios (Goodwin, 2024).

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): es una estrategia pedagógica centrada en el estudiante, donde se fomenta el aprendizaje a través de la resolución de problemas reales o simulados.

En el contexto del presente informe, el ABP se aplica para plantear escenarios prácticos, como la implementación de MQTT o la integración de Node-RED con APIs, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas y de pensamiento crítico de manera activa y contextualizada (Oviedo & Arruba, 2022).

Así funciona MQTT, los dispositivos **se suscriben** a temas específicos, y cuando se **publica un mensaje** en esos temas, todos los dispositivos suscritos lo reciben automáticamente.

Aula invertida: un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula (Avalos, 2021).

Backend: es la parte del sistema que gestiona la lógica, el procesamiento de datos y la interacción con los servidores para asegurar que la aplicación funcione correctamente (Celí Párraga et al, 2023).

Como por ejemplo en un **grupo de WhatsApp** (el servidor) donde los miembros pueden **unirse** a diferentes grupos de conversación según sus intereses, como "Eventos de la oficina" o "Actualizaciones de proyectos". Cuando alguien publica un mensaje en uno de esos grupos, todos los miembros **reciben automáticamente** el mensaje sin necesidad de preguntar por él.

Endpoint: es como un edificio con múltiples habitaciones, y cada habitación tiene una puerta marcada con un letrero que dice exactamente qué hay dentro: "Sensores activos", "Usuarios registrados", o "Datos meteorológicos".

En el mundo digital, esas puertas son los **endpoints**. Son las direcciones exactas donde puedes llamar, tocar y obtener información o enviar instrucciones. Un endpoint no solo es una puerta, sino también una guía que indica qué puedes esperar al cruzarla.

Frontend: es la interfaz visible del sistema con la que interactúan los usuarios, como los paneles de control y herramientas gráficas que muestran datos en tiempo real (Celí Párraga et al, 2023).

HTTP (HyperText Transfer Protocol): HTTP es la abreviatura de 'Protocolo de transferencia de hipertexto', el estándar que regula la comunicación entre un navegador web y un servidor web (Fernández Casado, P. E. 2023). Cuando buscas algo en Google y haces clic en un enlace, el navegador utiliza HTTP para solicitar la página al servidor, que luego la envía de vuelta para que la veas en tu pantalla.

<https://cafevirtual.com/pedido?tipo=cafe&leche=almendra&azucar=no&temp=media>

IIoT: es una rama del IoT enfocada en entornos industriales. Utiliza sensores, dispositivos conectados y análisis de datos para optimizar procesos y mejorar la toma de decisiones en sectores como manufactura, energía y transporte (Jeschke et al, 2016).

IoT: Es una red de dispositivos interconectados que recopilan y comparten datos para mejorar la eficiencia y la comodidad en diversos ámbitos, como el hogar, la industria y las ciudades (Ashton, 2009).

MQTT: el protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) opera bajo el modelo de publicación y suscripción entre clientes y servidores, facilitando una comunicación eficiente y ligera, especialmente en entornos con limitaciones de recursos (J, 2023).

Node-RED: es una herramienta de programación visual basada en flujos. Permite integrar dispositivos, APIs y servicios con facilidad, facilitando la creación de soluciones IoT intuitivas y funcionales (*Node RED*, n.d.).

OA (Objeto de Aprendizaje): es un conjunto de materiales pedagógicos digitales diseñados para alcanzar objetivos o competencias específicas de aprendizaje (Bertossi & Gutiérrez, 2020).

Por ejemplo, en una tienda en línea, el **Frontend** es lo que se ve: el diseño, los botones y la información del producto. El **Backend** se encarga de verificar el stock, procesar el pago y actualizar el inventario cuando haces una compra.

Por ejemplo, un termómetro inteligente en tu casa, que mide la temperatura y se permite ajustar remotamente, es una aplicación de IoT. En comparación, en una planta de fabricación, los sensores conectados a las máquinas monitorean su rendimiento y alertan sobre fallas, lo que es un ejemplo de IIoT.

Query String: en el contexto de una cafetería donde se hacen pedidos detallados, como: "¿Quiero un café, sin azúcar, con leche de almendras, a temperatura media, por favor"? En internet, esa lista de detalles se llama query string, y es la forma en que los clientes (o navegadores) le dicen a un

servidor exactamente lo que quieren. ¿Esta “cadena de consulta” se escribe como una serie de instrucciones al final de una URL, separadas por signos cómo? y **&**.

Por ejemplo:

<https://cafevirtual.com/pedido?tipo=cafe&leche=almendra&azucar=no&temp=media>

Servicios: un servicio es como una landing page en el mundo digital, un lugar donde los usuarios encuentran un menú interactivo que les ofrece diferentes opciones para satisfacer sus necesidades. Al igual que en un restaurante donde se elige lo que más se apetece del menú, un servicio pone a disposición del usuario una variedad de herramientas, funcionalidades o recursos que pueden usar según lo que están buscando.

En el contexto de IoT y aplicaciones web, los servicios son puntos clave que conectan a los usuarios con las soluciones específicas que necesitan, facilitando la interacción con sistemas y recursos de manera eficiente y personalizada.

Webapp: esta herramienta organiza los recursos en módulos temáticos, facilitando un entorno accesible y atractivo para los estudiantes, quienes pueden interactuar con el contenido de manera intuitiva. Al mismo tiempo, la Web App permite a los profesores supervisar y administrar las actividades de aprendizaje de forma eficiente, consolidándose como un puente entre el conocimiento y la experiencia práctica.

Resumen

Título: Diseño e implementación de prácticas pedagógicas para el desarrollo de competencias relacionadas con tecnologías IoT*

Autor: Jhoan Sebastián Pabón Niño y Edson Fernney Rey Maldonado**

Palabras Clave: IoT, IIoT, Objeto de Aprendizaje, ABP, Aula Invertida

Descripción: En el marco del proyecto “Diseño, desarrollo e implementación de una plataforma IIoT para formación de profesionales en tecnologías de la cuarta revolución industrial”, liderado por el grupo GISEL y otros grupos de investigación de la Universidad Industrial de Santander (UIS), se identificó la necesidad de desarrollar objetos de aprendizaje (OA) en Internet de las Cosas (IoT) e Internet Industrial de las Cosas (IIoT). Este trabajo propone una arquitectura y un modelo de referencia para el diseño y desarrollo de OAs, atendiendo las necesidades del proyecto y los requerimientos pedagógicos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E3T).

La propuesta permite a los desarrolladores de OAs enfocarse en los aspectos pedagógicos, reduciendo la complejidad técnica. Su validación se realizó mediante tres OAs implementados y evaluados en el curso de IoT del programa de Ingeniería Electrónica, demostrando mejoras en las competencias de los estudiantes, reflejadas en calificaciones y encuestas positivas.

Este trabajo ofrece herramientas prácticas para integrar IoT e IIoT en los planes de estudio, sentando bases para futuras implementaciones y fortaleciendo la formación académica en alineación con las demandas del mercado laboral.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Ingeniería Electrónica. Director: Homero Ortega Boada Doctor en ciencias de la ingeniería y radiocomunicaciones. Codirector: Juan Manuel Rey López Doctor en Ingeniería Electrónica

Abstract

Title: Design and implementation of pedagogical practices for the development of competencies related to IoT technologies. *

Author(s): Jhoan Sebastián Pabón Niño y Edson Fernney Rey Maldonado **

Key Words: IoT, IIoT, Learning Object, PBL, Flipped Classroom

Description: Within the framework of the project “Design, development and implementation of an IIoT platform for training professionals in technologies of the fourth industrial revolution”, led by the GISEL group and other research groups of the Industrial University of Santander (UIS), the need to develop learning objects (LOs) in the Internet of Things (IoT) and Industrial Internet of Things (IIoT) was identified. This work proposes an architecture and a reference model for the design and development of (LOs), addressing the needs of the project and the pedagogical requirements of the Department of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications (E3T).

The proposal allows LO developers to focus on pedagogical aspects, reducing technical complexity. Its validation was performed through three LOs implemented and evaluated in the IoT course of the Electronic Engineering program, demonstrating improvements in student competencies, reflected in positive grades and surveys.

This work offers practical tools to integrate IoT and IIoT in the curricula, laying the groundwork for future implementations and strengthening academic training in alignment with the demands of the labor market.

* Degree Work

** Faculty of Physical-mechanical engineering. Department of electrical, electronic and telecommunications engineering. Electronic Engineering. Director: Homero Ortega Boada PhD in Engineering Sciences and Radiocommunications. Co-director: Juan Manuel Rey López Ph.D. in Electronic Engineering.

Introducción

Según las cifras, se estima que el crecimiento global de dispositivos conectados a internet alcanzará más de 75 mil millones para 2025. Esto implica que habrá más de 10 veces dispositivos IoT (Internet of Things, por sus siglas en inglés) que habitantes en el planeta. Este auge tecnológico también está transformando el panorama laboral, con proyecciones que indican una demanda de cerca de 46 millones de trabajadores especializados en tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial (4IR) para 2030 (MINTIC, 2021).

Sin embargo, este crecimiento acelerado contrasta con la realidad en países como Colombia, donde existe una significativa escasez de profesionales capacitados en IoT e IIoT (Internet Industrial de las Cosas). Esta situación responde a varios factores, entre ellos un desfase entre los conocimientos impartidos en las universidades y las demandas del mercado laboral, debido al rápido avance de la tecnología industrial. Adicionalmente, la falta de inversión en formación y desarrollo profesional, sumada a la limitada colaboración entre los sectores académico e industrial, dificulta la actualización de los programas educativos. La baja atracción hacia carreras tecnológicas y la falta de oportunidades prácticas también contribuyen a agravar este problema (GAN & ANDI, 2021).

En el caso particular de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones (E3T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS), estos desafíos son aún más evidentes. A pesar de los esfuerzos realizados, la E3T ha enfrentado limitaciones en la incorporación de temas relacionados con IoT e IIoT en sus planes de estudios, debido principalmente a la carencia de materiales pedagógicos especializados y la insuficiencia de

infraestructura tecnológica. Esto ha dificultado el desarrollo de programas formativos integrales que respondan a las exigencias de la revolución 4.0.

Para abordar esta problemática, se plantea la necesidad de diseñar e implementar materiales pedagógicos enfocados en el desarrollo de competencias relevantes. Estos materiales deben capacitar a los estudiantes en soluciones que aprovechen la conectividad, almacenamiento, procesamiento y visualización en la nube. Reconociendo esta urgencia, la UIS ha asumido un papel activo en el cierre de esta brecha educativa, donde el grupo GISEL, apoyado por otros grupos de investigación como RadioGis, CEMOS y CENIVAM, están desarrollando el proyecto “Diseño, Desarrollo e Implementación de una Plataforma IIoT para la Formación de Profesionales en Tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial”. Este proyecto, financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), busca fortalecer la colaboración entre la academia y la industria para impulsar la transformación digital, mejorar la eficiencia operativa e incentivar la innovación en el sector industrial colombiano.

En el marco del proyecto de investigación mencionado, este trabajo presenta el desarrollo de un Objeto de Aprendizaje (OA) enfocado en soluciones IoT basadas en la nube. Como parte del proyecto, se diseñó una arquitectura y un modelo de referencia que constituyen la base para futuras implementaciones en la E3T. Este diseño permitió la creación de dos tipos de productos: los OAs, que combinan conocimientos teóricos y prácticos a través de materiales didácticos, ejercicios y guías detalladas; y los OAs Web, que integran un OA con una WebApp diseñada específicamente para facilitar la visualización, gestión y acceso a los materiales pedagógicos desarrollados.

La arquitectura y modelo propuestos facilitan las tareas de producción de OAs y brindan la escalabilidad necesaria para desarrollar soluciones que puedan adaptarse tanto a contextos presenciales como virtuales, asegurando una amplia accesibilidad y cobertura. Entre los materiales diseñados se encuentran guías interactivas, simulaciones, kits de hardware accesibles y entornos de programación en la nube, que permiten una experiencia formativa más dinámica y práctica.

Lo que distingue a este enfoque es su carácter sistemático, que permite incluir desde la identificación de competencias clave y herramientas esenciales (como sensores, actuadores y placas de desarrollo) hasta el diseño modular y la validación pedagógica de los materiales. Además, facilita el desarrollo de un OA Integrado (OAI), que combina diferentes OAs para crear una estructura pedagógica más amplia y orientada a competencias más avanzadas. Este enfoque, centrado en actividades prácticas, asegura que los estudiantes adquieran habilidades directamente aplicables a proyectos reales, fortaleciendo su preparación para enfrentar desafíos tecnológicos concretos.

Los resultados de la validación del proyecto evidencian un impacto significativo en el aprendizaje de las tecnologías IoT. A lo largo de los tres módulos desarrollados, que incluyen Conexión de Dispositivos, Comunicación Web y Visualización en la Nube, se observó un aumento notable en los resultados de las evaluaciones finales respecto a las diagnósticas. En las actividades prácticas, la mayoría de los estudiantes alcanzaron calificaciones entre 4 y 5, demostrando un sólido desarrollo de habilidades aplicadas. Asimismo, las encuestas de satisfacción reflejaron que los contenidos y objetivos fueron claros y relevantes, aunque identificaron áreas de mejora en personalización, diseño y actividades interactivas.

Este proyecto no solo fortalece la capacidad de la E3T para actualizar sus programas educativos mediante la incorporación de materiales pedagógicos especializados en competencias IoT, sino que también sienta un precedente para futuras iniciativas enfocadas en cerrar la brecha de competencias en esta área. Para que el país pueda afrontar este desafío, es crucial que el gobierno, la academia y el sector privado trabajen en conjunto para ampliar la oferta de programas de formación en tecnologías IoT e IIoT. Esto puede incluir la creación de diplomados especializados, la integración de cursos en los programas de pregrado y posgrado, así como la inversión en laboratorios con infraestructura adecuada para la experimentación práctica. Asimismo, es necesario fortalecer alianzas con la industria para garantizar que los programas formativos se mantengan alineados con las demandas del mercado laboral, fomentando a su vez iniciativas de certificación y educación continua para profesionales en ejercicio.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un objeto de aprendizaje para el desarrollo de competencias relacionadas al IoT con énfasis en el uso de recursos de la nube.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar las competencias en IoT a las que debe apuntar el objeto de aprendizaje en IoT que concuerden con necesidades reales del mercado y a la vez con capacidades reales de formación que pueden ser ofrecidas desde la E3T y posibles alianzas
- Diseñar el modelo de Objeto de Aprendizaje que responda a las necesidades identificadas y que se adapte a los métodos de oferta de formación que se ajuste a las realidades del mercado.
- Desarrollar un objeto de aprendizaje que satisfaga las necesidades de los estudiantes en su introducción al campo de IoT.
- Validar el desarrollo mediante la aplicación del Objeto de Aprendizaje en estudiantes de grupos de investigación interesados. Realizar las correcciones que resulten necesarias.

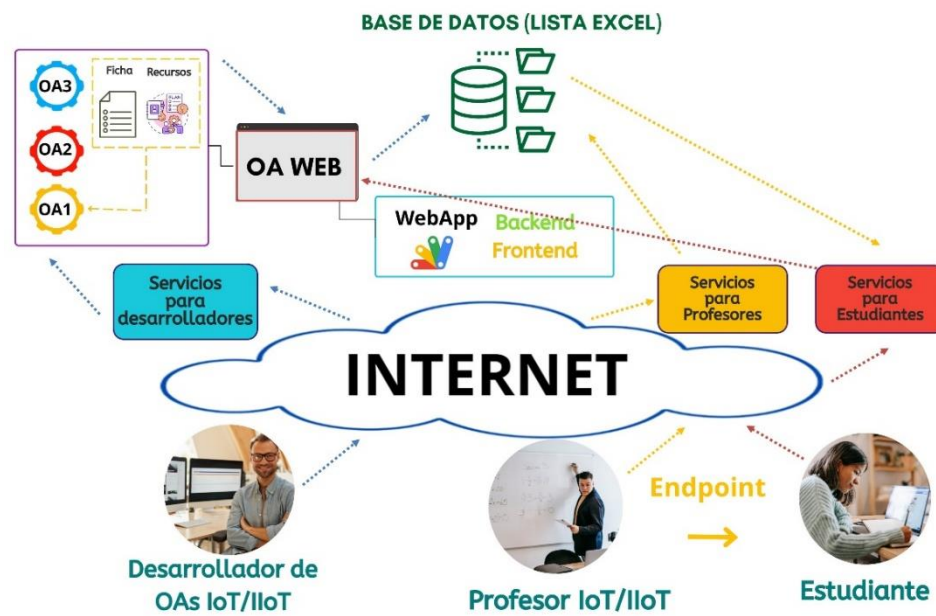
2. Desarrollo de la solución

En este capítulo se aborda el desarrollo y la visión de la solución, estructurado en cuatro secciones principales: La arquitectura de la solución, el modelo de objeto de aprendizaje de referencia (propuesta para la E3T), el desarrollo de un OA para soluciones IoT basadas en la nube y la validación del OA. Dado que el proyecto requiere un modelo de referencia, este capítulo se dedica a su elaboración.

El propósito fundamental de un modelo de referencia es establecer reglas claras que faciliten la creación ágil de contenidos educativos, adaptados a las necesidades específicas de formación en IoT e IIoT. Sin embargo, el desarrollo de ese modelo pasa por la necesidad de visualizar una arquitectura que soporte los diversos OA que se desarrollen en adelante.

2.1 Arquitectura de la Solución

Es el conjunto de todos los recursos técnicos que soportan los actuales y los futuros OA. La arquitectura de la solución propuesta se detalla en la Figura 1, la cual ilustra de manera clara la interacción entre los tres roles principales: el desarrollador de OA IoT/IIoT, el profesor y el estudiante.

Figura 1*Arquitectura de la Solución*

- 1. Desarrollador de OAs:** tiene como función principal la creación de materiales pedagógicos, los cuales organiza en fichas técnicas. A través de la Web App, genera un endpoint para cada OA creado y lo registra en una hoja de Google Sheets, donde almacena tanto el nombre del OA como su correspondiente endpoint.
- 2. Profesor de OAs IoT/IloT:** es el encargado de formar a los estudiantes y seleccionar los OAs más adecuados para su curso según sus objetivos de enseñanza. Para ello, accede a la hoja de Google Sheets donde el desarrollador ha registrado los OAs con sus respectivos endpoints. Una vez seleccionados los OAs que desea utilizar, proporciona los endpoints a sus estudiantes para que puedan acceder a los materiales y actividades de aprendizaje.

- 3. Estudiante:** recibe los endpoints compartidos por el profesor y accede a los OAs específicos a través de la Web App. Su función es completar las actividades y tareas contenidas en los OAs siguiendo las indicaciones proporcionadas por el profesor.
- 4. Web App (Visualización Material Pedagógico):** La Web App actúa como un intermediario entre profesores y estudiantes, facilitando la gestión y el acceso a los Objetos de Aprendizaje (OAs) a través de la nube. Cuando un OA se integra con la Web App, se forma lo que denominamos OA Web. Más adelante, se explicarán los aspectos técnicos de cómo la Web App extrae la información de las fichas técnicas de cada OA y la presenta en una interfaz interactiva para los estudiantes.

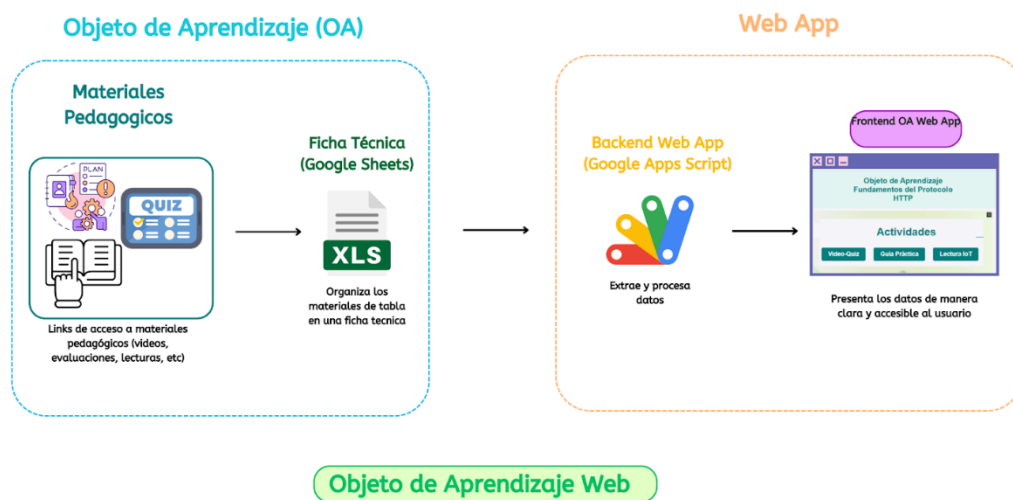
Una vez comprendidos los roles en la arquitectura de la solución, la **Figura 1** se vuelve más fácil de interpretar. En ella, el desarrollador crea y organiza los OAs, registrándose en una base de datos alojada en Google Sheets. Luego, el profesor accede a esta base de datos, selecciona los OAs más adecuados y los comparte con los estudiantes a través de la Web App. Esta clara separación de roles garantiza un control efectivo sobre la creación y edición del contenido, al mismo tiempo que facilita un acceso sencillo y estructurado al material educativo para los usuarios finales.

2.1.1 OA WEB

Para ilustrar y explicar a detalle el concepto de OA Web, se muestra en la **Figura 2**

Figura 2

Flujo de datos OA Web



La Figura 2 ilustra cómo se estructura un Objeto de Aprendizaje Web (OA Web), combinando materiales pedagógicos y una aplicación web para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- 1. Definición de los Objetos de Aprendizaje:** El proceso inicia cuando el desarrollador crea los materiales pedagógicos que desea incluir en cada OA. Estos materiales pueden ser enlaces a lecturas, actividades interactivas, evaluaciones o recursos educativos diversos.
- 2. Ficha Técnica del OA:** Luego el desarrollador representa cada OA en una ficha técnica, que se organiza en un documento estructurado (como Google Sheets). Esta ficha incluye información clave sobre el OA, como su descripción, los recursos asociados y su URL única, que permite identificar y acceder al OA de manera específica.

3. Web App: Para hacer accesibles los materiales, se desarrolla una Web App utilizando Google Apps Script. Esta aplicación tiene dos componentes principales:

- Backend: Se encarga de leer la ficha técnica y extraer los datos necesarios.
- Frontend: Presenta la información en una interfaz amigable e intuitiva, facilitando la navegación del usuario.

4. Asociación entre OA y Web App: Cada OA se asocia con la Web App para conformar un OA Web, lo que proporciona una experiencia más integrada. En esta arquitectura, un OA Web tiene su propia URL, que se construye combinando:

- La URL de la Webapp (base).
- Una query string, que incluye la URL de la ficha técnica del OA.

Esta arquitectura permite que la Web App personalice el acceso y presentación de cada OA según la ficha técnica correspondiente.

2.1.2 OA Web Integrador

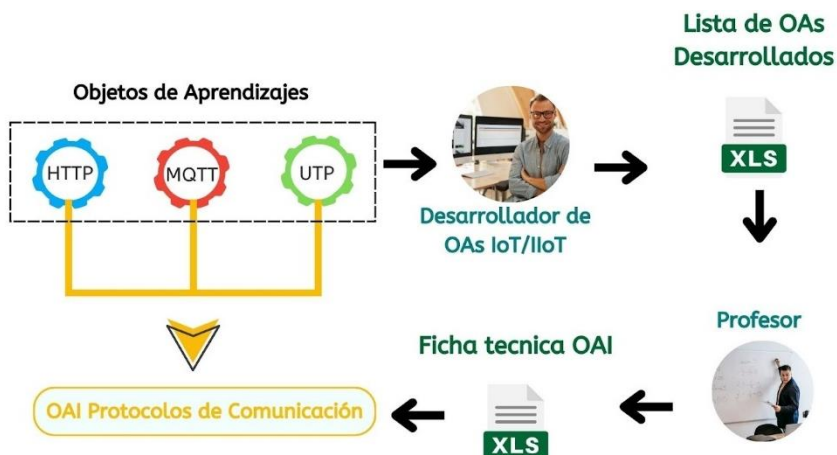
Ahora pensemos que cuando se cuenta con varios Objetos de Aprendizaje Web (OAs Web) que comparten objetivos o características, surge la necesidad de integrarlos en un OA de mayor complejidad, con un objetivo de mayor alcance. A este producto lo llamamos OA Web Integrador (OAI).

El proceso para el desarrollo de un OA Web Integrador sigue los pasos representados en la

Figura 3:

Figura 3

Diagrama de flujo OA integrador

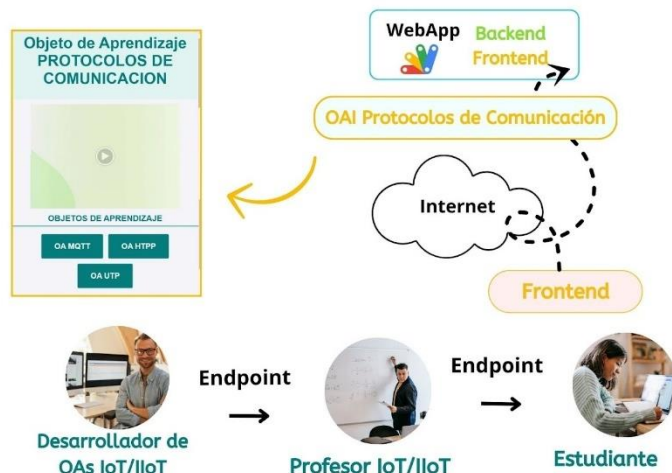


El **desarrollador** crea una lista con los OAs desarrollados, incluyendo su nombre y su endpoint único, lo que permite acceder a cada uno de ellos de manera individual.

Un **profesor** revisa la lista y selecciona los OAs que desea combinar para formar un OA Web Integrador. La selección debe ser registrada en una nueva ficha, denominada Ficha del OAI, donde se registran los OAs elegidos y otros datos relevantes para la integración.

Figura 4

Diagrama de flujo OA integrador: Usuarios



Una vez definida la ficha del OAI, el desarrollador genera un endpoint único para este nuevo objeto de aprendizaje y lo comparte con el profesor, para que él a su vez lo comparta con los estudiantes. Como se puede observar en la **figura 4**.

Este endpoint permite a los estudiantes acceder al OA Web Integrador, donde encontrarán los contenidos organizados de forma coherente y con un propósito unificado.

2.2 Modelo de referencia de Objeto de aprendizaje: Propuesta para la E3T

En esta sección se describe el modelo de objeto de aprendizaje (OA) propuesto como base para diseñar e implementar cualquier OA en la E3T.

2.2.1 Revisión previa de Modelos de Referencia

Como parte de la fundamentación teórica para el diseño del modelo del objeto de aprendizaje en este proyecto, se consideraron diferentes tipos de modelos instruccionales que se dividen en pedagógicos y virtuales que sirven como referencia por su enfoque estructurado y sus aportes en el ámbito educativo:

Modelos pedagógicos: Es una estructura conceptual que guía el diseño, implementación y evaluación de procesos educativos. Este marco incluye principios, fases y estrategias que orientan cómo se enseña y se aprende

- **Modelo PRADDIE de Cookson:** Este modelo genérico proporciona una visión completa del proceso educativo mediante cinco fases esenciales (Molina Zambrano & Ruiz Morales, 2020): Preanálisis, Análisis, Desarrollo, Implementación, Evaluación.
- **Modelo de Coll, Mauri y Onrubia:** Este modelo enfatiza la construcción de significados mediante estrategias activas de aprendizaje. Sus características principales incluyen:

Articulación teoría-práctica, Estructuración por bloques temáticos, Enfoque en actividades diversas, Trabajo colaborativo, Seguimiento personalizado, Evaluación continua.

Modelos virtuales: Es un enfoque educativo basado en el uso de tecnologías digitales para facilitar el aprendizaje en línea. Estos modelos ofrecen plataformas y estrategias específicas para desarrollar competencias, adaptándose a las necesidades de los estudiantes.

- **Modelo OVA UIS:** La UIS desarrolló un OVA como un medio para fortalecer las competencias de escritura argumentativa con miras a mejorar los desempeños tanto en las asignaturas del programa como en las pruebas de egreso SABER PRO (UIS, 2019).
- **Modelo Coursera:** El modelo pedagógico de Coursera se basa en la flexibilidad y accesibilidad del aprendizaje en línea, ofreciendo cursos diseñados por universidades y empresas reconocidas. Sus contenidos se estructuran en módulos cortos, con evaluaciones continuas, proyectos prácticos y certificaciones. Además, fomenta la interacción entre estudiantes a través de foros y utiliza herramientas de gamificación para motivar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades y ritmos de cada usuario (*Coursera*, n.d.).

Estos modelos no se replicaron directamente, sino que sirvieron como inspiración para desarrollar un modelo propio adaptado a las necesidades específicas del IoT en la E3T. Su incorporación como referencia asegura una base sólida que combina metodologías probadas con la flexibilidad necesaria para el contexto de formación en tecnologías emergentes.

2.2.2 ¿Cómo es el modelo de referencia para el Objeto de Aprendizaje en este Proyecto de la E3T?

Si bien existen diversas definiciones para un Objeto de Aprendizaje (OA), hemos decidido adoptar la propuesta de Bertossi y Gutiérrez, adaptándola a nuestro proyecto. Según esta definición, un OA es un conjunto de materiales pedagógicos digitales diseñados para alcanzar objetivos específicos o desarrollar competencias de aprendizaje (Bertossi & Gutiérrez, 2020). Estos materiales están orientados a fomentar el aprendizaje autónomo mediante metodologías como el aula invertida y el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

A continuación, se explicará detalladamente el modelo adoptado, que se presenta en la siguiente figura junto con su estructura y componentes principales.

Figura 5

Modelo de Referencia



El modelo de referencia para el Objeto de Aprendizaje (OA) presentado en la Figura 3 estructura de manera clara y precisa el proceso de diseño educativo, comenzando con la identificación de necesidades específicas en los contextos laborales y académicos del público objetivo. A partir de estas necesidades, se definen las competencias clave que los estudiantes deben desarrollar para abordar retos en IoT e IIoT. Estas competencias se organizan mediante un proceso de segmentación, que divide los contenidos en temas o módulos estratégicos para facilitar su comprensión.

Posteriormente, se integran las herramientas tecnológicas necesarias, como por ejemplo Python, Arduino y ESP32, que permiten a los estudiantes adquirir habilidades prácticas esenciales. Los contenidos son diseñados cuidadosamente para incluir recursos teóricos y prácticos, mientras que los recursos OA finales, abarcan los objetivos de aprendizaje, que definen los logros esperados de los estudiantes, los contenidos que integran la información clave presentada en diversos formatos, actividades diseñadas para reforzar y aplicar los conocimientos adquiridos, y herramientas de evaluación para medir el progreso. Además, contempla mecanismos para recopilar retroalimentación de los estudiantes y elementos técnicos que garantizan la reutilización del objeto de aprendizaje en distintos contextos educativos.

Este modelo representa un enfoque completo y eficiente para desarrollar objetos de aprendizaje que respondan a las demandas actuales de formación en tecnologías IoT.

2.2.3 Características del Objeto de Aprendizaje

Para que el objeto de aprendizaje cumpla su función de manera óptima, debe poseer ciertas características (Salas Campos & Umaña Mata, 2011) clave que aseguren su pertinencia y eficacia en el entorno educativo, nosotros adoptamos las siguientes:

- **Reusabilidad:** Un OA puede usarse en distintos contextos y niveles educativos.
- **Escalabilidad:** Puede combinarse con otros OAs, aumentando su complejidad.
- **Interactividad:** Promueve el aprendizaje activo mediante experiencias.
- **Flexibilidad:** Se adapta al ritmo y necesidades del estudiante.
- **Simplicidad:** Facilita la comprensión y uso del OA al enfocarse en elementos claros y directos.

2.2.4 Recursos del Objeto de Aprendizaje

Para garantizar que cada OA cumpliera con las características, se adoptaron los siguientes recursos:

- **Objetivo de aprendizaje:** Competencias específicas y habilidades prácticas que los estudiantes deben desarrollar tras la interacción con el OA.
- **Contenidos:** La información, conceptos y conocimientos que se van a transmitir a los estudiantes, presentados en diversas formas como videos, lecturas, presentaciones, entre otros.
- **Actividades:** Conjunto tareas teórico-prácticas diseñadas para reforzar los contenidos.
- **Instrumentos de evaluación:** Herramientas para medir el progreso y el logro de los objetivos de aprendizaje.

- **Encuestas de satisfacción:** Instrumentos para recoger retroalimentación de los estudiantes sobre su experiencia con el OA.
- **Ficha técnica:** Conjunto de información sobre un objeto de aprendizaje que facilita su gestión y reutilización en diferentes contextos, asegurando que cada OA pueda ser utilizado en cualquier momento.

2.2.5 Cómo Diseñar el Objeto de Aprendizaje

Definir un enfoque metodológico claro que permita estructurar el diseño del OA. Esto incluye determinar el objetivo general del OA, el público objetivo, las necesidades de formación que se buscan cubrir, y el enfoque pedagógico a utilizar (por ejemplo, aprendizaje por proyectos, resolución de problemas, etc.). Es crucial que esta sección guíe la alineación de los contenidos con las competencias requeridas, asegurando que el diseño sea funcional, intuitivo y aplicable.

A. Competencias: Identificar y especificar las competencias que los estudiantes deben adquirir mediante el OA. Estas competencias pueden dividirse en:

- **Técnicas:** Por ejemplo, programación de dispositivos IoT, implementación de protocolos como MQTT, integración con plataformas en la nube, visualización de datos, entre otras.
- **Transversales:** Resolución de problemas, trabajo colaborativo, pensamiento crítico y toma de decisiones basada en datos

B. Segmentación de OAs: Definir la estructura y organización de los contenidos en módulos o unidades. Cada segmento debe abordar un tema específico de forma modular e independiente, facilitando el aprendizaje por partes. Por ejemplo:

- **Módulo 1:** Introducción al IoT y sensores.
- **Módulo 2:** Comunicación de dispositivos con MQTT.
- **Módulo 3:** Integración con plataformas en la nube.
- **Módulo 4:** Visualización y análisis de datos.

La segmentación permite flexibilidad para que los estudiantes avancen a su propio ritmo y refuercen áreas específicas según sus necesidades.

C. Investigación de Contenidos: Realizar un análisis exhaustivo de las fuentes y materiales relevantes para garantizar que el OA esté fundamentado en conocimientos actualizados y alineados con las tendencias del IoT. Esto incluye:

- Identificación de libros, artículos, manuales y recursos en línea.
- Consulta de normativas y estándares aplicables a las temáticas del OA
- Revisión de experiencias previas en proyectos relacionados con el OA en la industria o la academia.
- Incorporación de casos prácticos reales para contextualizar los contenidos.

D. Elección de herramientas: Seleccionar las plataformas y aplicaciones tecnológicas que soportarán el desarrollo y la implementación del OA. Estas herramientas deben ser accesibles, funcionales y alineadas con los objetivos del OA. Ejemplos incluyen:

- **Plataformas de gestión de aprendizaje (LMS):** Moodle, Google Classroom, etc.
- **Herramientas de programación y simulación:** Arduino IDE, Node-RED, herramientas para APIs.
- **Aplicaciones para la visualización de datos:** Tableau, Grafana o similares.

- **Sistemas de nube:** AWS, Google Cloud o Microsoft Azure, dependiendo de los recursos disponibles.

E. Especificación de los recursos de cada OA: Como se definieron anteriormente los recursos del Objeto de Aprendizaje (OA), ahora se procede a especificarlos de acuerdo con los pasos anteriores. Ahora, para ilustrar cómo se organiza un OA con sus recursos, veamos un ejemplo práctico. Imaginemos que se desea desarrollar un OA titulado **“Introducción a Sensores de Temperatura IoT”**. Los recursos serían los siguientes:

- **Objetivo de aprendizaje:** Al finalizar el OA, los estudiantes serán capaces de comprender el funcionamiento básico de sensores de temperatura y su integración en sistemas IoT.
- **Contenidos:** "Cómo funcionan los sensores de temperatura en IoT", "Tipos de sensores de temperatura y sus aplicaciones" y "Principios básicos y ejemplos prácticos de sensores en IoT".
- **Actividades:**
 - ✓ Video explicativo: Presentación del contenido de manera didáctica
 - ✓ Lectura: un artículo sobre “Principios básicos y ejemplos prácticos de sensores en IoT”
 - ✓ Práctica: Configuración de un sensor de temperatura DHT22 en una placa ESP32.
 - ✓ Ejercicio teórico: Resolver un cuestionario sobre la teoría de sensores y su conectividad IoT.
- **Instrumentos de evaluación:**
 - ✓ Quiz de 10 preguntas sobre los contenidos teóricos del OA.

- ✓ Evaluación práctica del montaje y configuración del sensor de temperatura.
- **Encuestas de satisfacción:** Encuesta para valorar la claridad de los contenidos, la utilidad de las actividades y la experiencia general del OA.

2.2.6 Cómo Desarrollar el Objeto de Aprendizaje

Para un desarrollo adecuado, es fundamental abordarlo en dos partes: una teórica y otra práctica:

A. Desarrollo Teórico

- **Elaboración de un video explicativo:** Se debe crear una presentación en diapositivas que aborde la temática, incluyendo el concepto y ejemplos relevantes. A partir de esta presentación, se debe desarrollar un guion explicativo que sirva como base para la grabación de un video interactivo.
 - **Creación de un video-quiz:** Combina la explicación con preguntas interactivas.
 - **Evaluación mediante un quiz:** Diseñado para medir el aprendizaje de forma independiente.
- **Investigación de artículos:** Investigar 3 artículos actuales de revistas indexadas relacionados a la temática de interés.
 - **Escoger un artículo:** el artículo más sencillo de entender y con más relación a la temática y crear un banco de 4 preguntas sobre el artículo.

B. Desarrollo Práctico

- **Manual de Instalación del software que se va a usar:** Un paso importante, es el desarrollo de manuales para el estudiante, sobre todo si necesita realizar instalaciones de Software. En el Apéndice J se tiene varios ejemplos de este tipo de manuales. (**Ver Apéndice J**).
- Definir el Hardware que se va a utilizar, teniendo en cuenta que sea accesible para todos.
- Basado en las competencias, especificar las actividades que se realizarán en cada práctica y que esté alineada con los contenidos teóricos.
 - ✓ **Actividades configuración del software:** Se refiere a lo que los estudiantes deben hacer antes o al iniciar la práctica siguiendo el manual de instalación previamente diseñado.
 - ✓ **Actividades de introducción:** Colocar fotos del paso a paso que se debe seguir y así mismo del resultado que deben obtener los estudiantes, señalando los enlaces y botones para llegar al resultado final.
 - ✓ **Actividades no guiadas:** Definir un Reto práctico que se pueda resolver con las actividades anteriores y que tenga mayor complejidad que estas.
- Definir un formato para la guía e incluir allí las actividades a realizar

2.2.7 Instrumentos de Validación del Objeto de aprendizaje

La validación del objeto de aprendizaje se compone de tres tipos de instrumentos de evaluación: una evaluación diagnóstica, una evaluación final y una encuesta de satisfacción. Estos instrumentos se diseñaron para recopilar información tanto sobre el impacto del OA en el desarrollo de competencias como sobre la percepción de los estudiantes respecto a su utilidad y calidad.

- **Evaluación Diagnóstica:** Banco de al menos 5 preguntas alineadas con las competencias del OA, aplicado antes de iniciarlo, sin valor cuantitativo.
- **Evaluación Final:** Banco similar de preguntas aplicado al finalizar el OA, también sin valor cuantitativo.
- **Encuesta de Satisfacción:** Al concluir, se recoge feedback de los estudiantes sobre la calidad y utilidad del OA para futuras mejoras.

2.2.8 Ficha técnica

La ficha técnica es un documento clave que resume las características del Objeto de Aprendizaje (OA), facilitando su reutilización e implementación en distintas plataformas y contextos. La ficha técnica en Excel debe contener los siguientes recursos:

- **Título:** Nombre del OA que define su tema central y propósito educativo.
- **Objetivo:** Meta principal que los estudiantes deben alcanzar al completarlo.
- **Autores:** Personas o equipo que desarrollaron el contenido.
- **Requisitos:** Conocimientos previos necesarios para comprender el OA.
- **Competencias:** Habilidades y conocimientos que desarrollarán los estudiantes.
- **Duración Estimada:** Tiempo aproximado para completar el OA.
- **Video Motivador:** Enlace al video diseñado para captar interés y motivar.
- **Dibujo de Encabezado:** Enlace a la imagen de fondo sugerida.
- **Video Quiz:** Enlace al cuestionario interactivo o carpeta con varios de ellos.
- **Lectura Sugerida:** Enlace a material adicional para profundizar conceptos.
- **Práctica:** Enlace a actividades prácticas aplicadas o simuladas.
- **Prueba Diagnóstica:** Enlace a la evaluación inicial para medir conocimientos previos.

- **Prueba Final:** Enlace a la evaluación que mide competencias adquiridas.

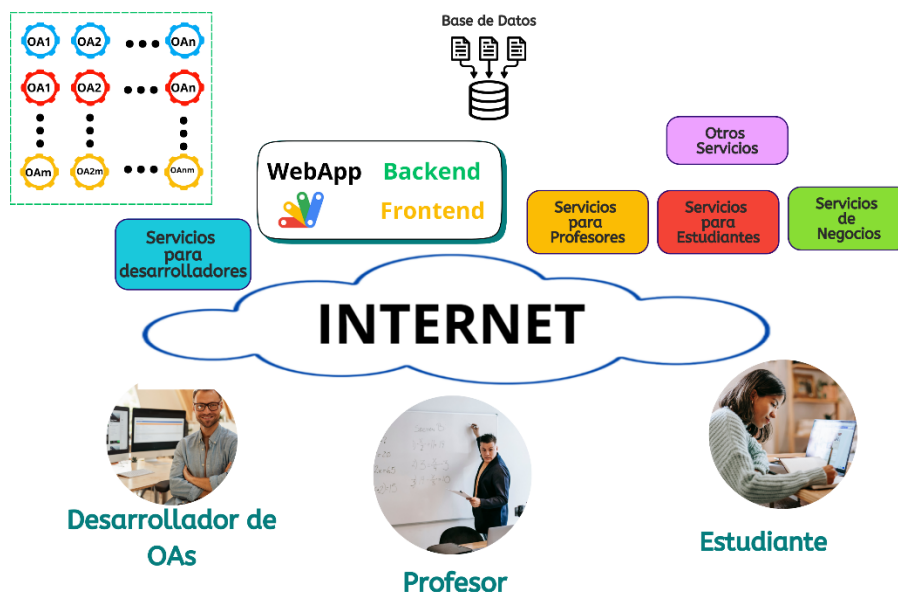
En el **Apéndice K. Fichas Técnicas**, se presentan varios ejemplos de fichas técnicas. Se recomienda revisar el caso del OA enfocado en el protocolo MQTT.

2.2.9 Visión de Desarrollo

La arquitectura y modelo del Objeto de Aprendizaje (OA) plantean una proyección a futuro basada en la integración de tecnologías en la nube para gestionar y visualizar materiales pedagógicos de manera automatizada. Este enfoque busca expandir su alcance, ofreciendo servicios específicos para desarrolladores, profesores y estudiantes, además de explorar aplicaciones en entornos empresariales (**Ver Figura 6**).

Figura 6

Visión Del Modelo



La **Figura 6** representa una visión de futuro para un ecosistema educativo centrado en Objetos de Aprendizaje (OA), diseñado para simplificar las funciones de sus actores y fomentar el crecimiento del sistema.

Cada actor cuenta con servicios específicos que facilitan su rol: el **desarrollador** dispone de servicios pedagógicos que eliminan la necesidad de preocuparse por tecnología o endpoints; el **profesor** accede a servicios que le permiten seleccionar y gestionar OA adecuados mediante la base de datos creada por el desarrollador para los objetivos de aprendizaje; y el **estudiante** utiliza servicios diseñados para guiarlo paso a paso en las instrucciones proporcionadas por el OA web.

Una Web App centralizada conecta todos estos servicios a través de Internet, incluyendo otros servicios adicionales, como de negocios. Además, el sistema está diseñado para crecer, aumentando tanto el número de OAs como los OA integradores que combinan aprendizajes más complejos, fortaleciendo así la oferta de servicios y el ecosistema educativo en general.

2.3 Desarrollo de OA para soluciones IoT basadas en la nube.

Esta sección presenta el diseño y desarrollo de un objeto de aprendizaje (OA) enfocado en la adquisición de competencias para implementar soluciones IoT en entornos basados en la nube. El proceso se sustenta en el modelo de OA definido para este proyecto.

2.3.1 Estudio de Competencias y Segmentación de OAs IoT (Estudio de la demanda de temas)

Con base en el modelo, esta sección se enfoca en analizar las habilidades técnicas y transversales requeridas en el mercado laboral de IoT, considerando también las capacidades formativas que puede ofrecer la E3T para alinear su propuesta educativa con las demandas actuales y futuras del sector.

De acuerdo con (Cuchillac, 2023) sobre la enseñanza del Internet de las Cosas (IoT), los estudiantes necesitan desarrollar una serie de competencias técnicas esenciales para su formación en el contexto de la Industria 4.0. Estas competencias incluyen la comprensión y programación de sensores, que les permitirá recopilar datos del entorno; el dominio del protocolo MQTT para facilitar la comunicación entre dispositivos; y la capacidad de integrar soluciones IoT con plataformas de computación en la nube, lo que les permitirá almacenar y procesar datos de manera eficiente. Además, es fundamental que adquieran habilidades en la visualización de datos, lo que les ayudará a interpretar y analizar la información recopilada.

Para ilustrar cómo las competencias en IoT se aplican en un entorno práctico, se presenta un caso de estudio basado en la implementación de un sistema IIoT en un vivero, específicamente en las instalaciones de CENIVAM (Ortiz Suarez et al., 2023), con el objetivo de mejorar la monitorización y el control de las condiciones de crecimiento de las plantas

Tabla 1 *Identificación de Competencias en el caso de estudio del Vivero*

Área de Aplicación	Descripción	Competencias
Sensores	Selección y configuración de sensores.	Identificar y configurar sensores adecuados para medir variables como humedad, temperatura y luz.
	Interpretación de datos sensoriales	Comprender los datos generados por sensores y cómo influyen en las condiciones del vivero.
Protocolo MQTT	Implementación de comunicación con MQTT.	Configurar y operar un servidor MQTT para el envío y recepción eficiente de datos entre dispositivos.
	Gestión de interoperabilidad.	Integrar múltiples dispositivos y plataformas utilizando MQTT como protocolo común.

Visualización de Datos	Uso de herramientas de visualización (p. ej., Node-RED).	Crear paneles interactivos para observar métricas en tiempo real del vivero.
Integración de Sistemas	Diseño de soluciones IoT completas.	Combinar sensores, protocolo MQTT y visualización de datos en un sistema funcional adaptado al vivero.
Habilidades Transversales	Resolución de problemas.	Identificar y solucionar fallos en el sistema IoT del vivero.
	Toma de decisiones basada en datos.	Analizar información para optimizar recursos y mejorar procesos agrícolas.

El análisis de la Tabla 1 evidencia cómo las competencias técnicas y transversales se integran para enfrentar los desafíos del vivero mediante tecnologías IoT. Las competencias técnicas se centran en el manejo de sensores, la implementación del protocolo MQTT y la visualización de datos, permitiendo un monitoreo preciso y en tiempo real de las condiciones del vivero. Estas habilidades garantizan la recolección, transmisión y análisis de datos críticos para una toma de decisiones informada.

Además, el desarrollo de competencias en comunicación web, APIs y web App es clave en el contexto de IoT. Estas tecnologías, estándares en proyectos tecnológicos actuales, son altamente valoradas en el mercado laboral. Herramientas como Google Apps Script, al ser gratuitas y ampliamente utilizadas, brindan a los estudiantes una experiencia práctica que los introduce al mundo real de la programación y la integración de plataformas. Su dominio, junto con el uso de APIs, no solo optimiza la integración de datos entre sistemas, sino que también fortalece habilidades prácticas esenciales, como la gestión de herramientas colaborativas basadas en la nube. Esto prepara a los estudiantes para abordar proyectos de IoT que requieren soluciones conectadas, escalables y funcionales en escenarios empresariales.

Por otro lado, las competencias transversales, como la resolución de problemas y la toma de decisiones basadas en datos, refuerzan la capacidad de optimizar recursos y mejorar procesos agrícolas. En conjunto, estas competencias conforman un ecosistema de habilidades aplicables no sólo al caso del vivero, sino también a otros contextos industriales y agrícolas de la Industria 4.0. La integración de sensores, la comunicación eficiente y el análisis de datos demuestran cómo el IoT puede transformar procesos tradicionales en soluciones tecnológicas avanzadas.

En este contexto, se evidencia la necesidad de implementar material pedagógico en la E3T para fortalecer estas competencias. En respuesta a esta demanda, y siguiendo los lineamientos propuestos por Khanafer & El-Abd (2019) para la creación de cursos sobre IoT, se estructuró el proyecto en tres objetos de aprendizaje (OAs). Cada OA aborda un eje temático específico: conexión de dispositivos IoT, comunicación web y visualización en la nube.

Para garantizar una formación modular y progresiva, cada OA se diseñó con un objetivo claro que permite subdividirlo en componentes más pequeños. Esta organización facilita el desarrollo de las competencias establecidas en el OA general de IoT. A continuación, se presenta una tabla que resume los ejes temáticos de cada OA, proporcionando una visión estructurada de su contenido y alcance.

Tabla 2

Ejes Temáticos del OA IoT

Objeto de aprendizaje IoT		
El propósito de este objeto de aprendizaje es desarrollar competencias en IoT, con un enfoque especial en el uso de recursos de la nube		
Conexión de dispositivos	Comunicación Web	Visualización en la nube
El objetivo de esta OA es que los estudiantes	Al finalizar este OA, los estudiantes podrán aplicar	Desarrollar habilidades prácticas en el uso de Node-

adquieran una comprensión fundamental del Internet de las Cosas (IoT) y del protocolo MQTT.	conceptos clave de comunicación web en IoT, integrando APIs, web services, herramientas como Google Sheets y Apps Script para automatizar flujos de información.	RED para diseñar, configurar e integrar soluciones IoT, incluyendo, la representación de datos mediante dashboards interactivos y la integración de APIs
---	--	--

2.3.2 Recursos, Herramientas y Contenidos del OA soluciones IoT

Como se mencionó previamente, cada objeto de aprendizaje (OA) está compuesto por contenidos específicos que se estructuran en cuatro recursos clave: **objetivo de aprendizaje, contenidos, actividades e instrumentos de evaluación**. Las actividades fueron definidas basándose en cinco criterios de diseño: cantidad de temáticas abordadas, duración adecuada, nivel de complejidad, relevancia para los objetivos de aprendizaje y coherencia con las metodologías seleccionadas.

A continuación, se presenta el diseño de los tres módulos que componen este curso.

El Módulo 1, titulado "Conexión de dispositivos IoT", abarca los fundamentos de uno de los protocolos de conexión más utilizados, MQTT, y proporciona una introducción al concepto de IoT. Este OA contiene dos ejes temáticos, requiere aproximadamente seis horas de trabajo y tiene un nivel de complejidad medio. Además, se prioriza la explicación de MQTT debido a su relevancia para el objetivo de aprendizaje.

Siguiendo la metodología de aula invertida, los estudiantes completarán un videoquiz y una lectura sugerida antes de la clase. Durante la sesión presencial, se llevará a cabo una práctica

y un quiz como evaluación, con un enfoque en resolver problemas prácticos, en línea con los principios de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

Tabla 3 Estructura del OA1

Conexión de dispositivos IoT		
OA1	El objetivo de este OA es que los estudiantes adquieran una comprensión fundamental del Internet de las Cosas (IoT) y del protocolo MQTT. Para alcanzar este objetivo, es necesario completar los OAs "Introducción a IoT" y "MQTT"	
	OA Introducción IoT	OA MQTT
Objetivo de aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir qué es el Internet de las Cosas (IoT) y cómo ha surgido este concepto. 2. Identificar las principales ventajas del IoT en diversas áreas, como la salud, la industria, y los hogares inteligentes. 3. Reconocer aplicaciones clave del IoT en diferentes sectores y su impacto en la vida cotidiana y los negocios. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explicar la arquitectura de publicador-suscriptor en MQTT. 2. Describir el funcionamiento del patrón de comunicación en el que los dispositivos publican y se suscriben a temas (topics) para enviar y recibir mensajes. 3. Establecer y gestionar la comunicación bidireccional entre dispositivos utilizando MQTT. 4. Identificar las características que hacen a MQTT un protocolo adecuado para IoT
Contenido teórico del OA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Historia y Definición 2. Características 3. Enfoque y Aplicación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arquitectura y Modelo MQTT 2. Comparativa entre Brokers
Actividades Teórico Practicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Video Explicativo 2. Lecturas sugeridas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Video Explicativo 2. Práctica

Instrumentos de evaluación	1. Videoquiz	1. Videoquiz
	2. Quiz	2. Reto Práctico
		3. Quiz

El Módulo 2, titulado "Comunicación Web", abarca cinco ejes temáticos clave: Backend y Frontend, JSON, HTML, API y Web Service. Este OA requiere una dedicación aproximada de 10 horas de trabajo, tiene un nivel de complejidad alto y se enfoca en el desarrollo de habilidades prácticas relacionadas con la comunicación entre aplicaciones web, especialmente el uso de APIs y Web Services.

Para las tres primeras temáticas (Backend y Frontend, JSON, y HTML), se propone un videoquiz como parte de la metodología de aula invertida y un reto práctico, alineado con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Las últimas dos temáticas (API y Web Service) también incluirán un videoquiz y un reto práctico. Además, la evaluación final se llevará a cabo mediante un quiz que integra tanto los aspectos teóricos como prácticos del contenido trabajado.

Tabla 4

Estructura del OA2 Comunicación Web Parte 1

Comunicación Web			
OA2	Al finalizar este OA los estudiantes serán capaces de comprender y aplicar los conceptos fundamentales de comunicación web en un entorno IoT, incluyendo JSON, web services y APIs		
	OA Backend y Frontend	OA JSON	OA HTML
Objetivo de aprendizaje	1. Comprender y distinguir las funciones del frontend y backend en el desarrollo web.	1. Comprender la estructura y uso de JSON 2. Crear y manipular documentos JSON, entendiendo su estructura de pares clave-valor y la posibilidad de anidación	1. Comprender la estructura básica de un documento HTML y su propósito en el desarrollo web. 2. Utilizar etiquetas HTML para crear y organizar contenido en una página web, incluyendo encabezados, párrafos, listas y enlaces.
Contenido teórico del OA	1. ¿Qué es Backend? 2. ¿Qué es Frontend?	1. Concepto 2. Estructura 3. Ejemplos	1. Características e Importancia 2. Estructura 3. ejemplos
Actividades Teórico Practicas	1. Video Explicativo 2. Lectura sugerida	1. Video Explicativo 2. Práctica	1. Video Explicativo 2. Práctica
Instrumentos de evaluación	1. Video-Quiz 2. Quiz	1. Video-Quiz 2. Reto Práctico 3. Quiz	1. Video-Quiz 2. Reto Práctico 3. Quiz

Tabla 5*Estructura del OA2 Comunicación Web Parte 2*

OA2	Comunicación Web	
	Al finalizar este OA los estudiantes serán capaces de comprender y aplicar los conceptos fundamentales de comunicación web en un entorno IoT, incluyendo JSON, web services y APIs	
	OA API	OA WEB SERVICE
Objetivo de aprendizaje	Explicar el funcionamiento de las APIs como intermediarios entre aplicaciones cliente-servidor, utilizando Node-RED y Google Apps Script como herramientas para implementar ejemplos prácticos. destacando su importancia en la interacción con datos, microservicios y sistemas operativos.	Describir el funcionamiento de los Web Services como soluciones de software para el intercambio de datos. Además, aplicar Google Apps Script (GAS) como herramienta para desarrollar y consumir Web Services en proyectos prácticos.
Contenido teórico del OA	1. Concepto 3. EJemplos	1. Concepto 2. Estructura 3. EJemplos
Actividades Teórico Practicas	1. Video Explicativo 2. Práctica	1. Video Explicativo 2. Práctica
Instrumentos de evaluación	1. Video-Quiz 2. Quiz	1. Video-Quiz 2. Reto Practico 3. Quiz

El Módulo 3, titulado "Visualización de Datos", se centra en el eje temático de Node-RED. Este OA requiere aproximadamente 6 horas de trabajo y tiene un nivel de complejidad medio. Se prioriza el desarrollo de habilidades prácticas en la visualización de datos y la creación de flujos en Node-RED.

Dentro de la metodología de aula invertida, se propone un videoquiz para la adquisición de conocimientos previos, complementado con una práctica, basada en Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), para la aplicación autónoma de lo aprendido.

Como evaluación final, se sugiere un quiz que aborde tanto los aspectos teóricos como prácticos del contenido trabajado.

Tabla 6

Estructura del OA3 Visualización de datos

Visualización de datos	
OA3	Dado que este OA se centra en una única temática, el objetivo de aprendizaje coincide con el enfoque principal del OA.
OA NODE RED	
Objetivo de aprendizaje	Desarrollar habilidades prácticas en el uso de Node-RED para diseñar, configurar e integrar soluciones IoT, incluyendo, la representación de datos mediante dashboards interactivos y la integración de APIs
Contenido teórico del OA	1. Concepto 2. Estructura 3. Ejemplos
Actividades Teórico Practicas	1. Video Explicativo 2. Práctica
Instrumentos de evaluación	1. Videoquiz 2. Quiz

2.3.3 Desarrollo del material pedagógico para el OA soluciones IoT

Con base en el diseño de los objetos de aprendizaje, se desarrollaron materiales pedagógicos estructurados en dos componentes principales: teórico y práctico (**Ver Apéndice H**).

- **Componente teórico:** En cada módulo, se crearon recursos interactivos como *video quizzes* y lecturas sugeridas. Los *videos quizzes* incluyeron presentaciones diseñadas con ilustraciones y ejemplos prácticos, acompañadas de guiones explicativos para la grabación de videos interactivos que fomentan el aprendizaje autónomo mediante preguntas estratégicas. Estos materiales introducen conceptos esenciales como el protocolo MQTT, Node-RED, APIs, y comunicación web, vinculando teoría con aplicaciones prácticas.
 - **Componente práctico:** Las prácticas guiaron a los estudiantes en la implementación de soluciones IoT mediante actividades progresivas.
1. **Módulo 1:** Se enfocó en la conexión de dispositivos a través del protocolo MQTT, utilizando guías para la instalación de herramientas como Python y la configuración de ESP32. Los estudiantes desarrollaron publicadores y suscriptores, implementando soluciones complejas que integran múltiples dispositivos.
 2. **Módulo 2:** Se centró en la visualización de datos con Node-RED. Las actividades incluyeron la configuración de flujos de datos, creación de *dashboards* interactivos y la integración de servicios externos como APIs de datos meteorológicos.
 3. **Módulo 3:** Abordó la comunicación web y la interacción con APIs. Los estudiantes utilizaron Node-RED y Google Apps Script para integrar y manipular datos, además de crear servicios personalizados y organizar información en Google Sheets.
- **Resultados esperados:** El material pedagógico permitió a los estudiantes adquirir competencias prácticas en IoT, incluyendo la configuración de entornos, el desarrollo de soluciones aplicadas y la integración de tecnologías como Node-RED, APIs y Google Apps

Script. Esto los preparó para abordar proyectos más avanzados en contextos académicos e industriales.

2.3.4 Resultado obtenido de una Web App del OA

A continuación, se presenta un ejemplo que ilustra los resultados obtenidos en la interfaz tras la implementación de uno de los objetos de aprendizaje desarrollados. **Ver Figura 7 y Figura 8.**

Figura 7

Ejemplo Interfaz Web App



The screenshot displays a web application interface for an IoT learning object. At the top left is the IOT logo, and at the top right is a hexagonal menu icon. The main title is 'Objeto de Aprendizaje Fundamentos del Protocolo MQTT'. Below the title is a large video player area with a play button. Underneath the video player is a section titled 'Actividades' containing a row of buttons: 'Evaluación Diagnóstica', 'Video-Quiz 1', 'Video-Quiz 2', 'Guía Práctica', 'Lectura IoT', 'Evaluación Final', and 'Encuesta'. Below this is a section titled 'Requisitos previos' with a box containing 'OA Introducción IoT, Nociones de Arduino y Python'. The next section is 'Competencias a desarrollar', which lists four bullet points: 'Explicar la arquitectura de publicador-suscriptor en MQTT', 'Describir el funcionamiento del patrón de comunicación en el que los dispositivos publican y se suscriben a temas (topics) para enviar y recibir mensajes', 'Establecer y gestionar la comunicación bidireccional entre dispositivos utilizando MQTT', and 'Identificar las características que hacen a MQTT un protocolo adecuado para IoT'. Below this is a section titled 'Tiempo de duración' with a box containing '4h de trabajo presencial y 2h de trabajo independiente'. The final section is 'Autores' with a box containing 'Edson Fernney Rey Maldonado & Jhoan Sebastian Pabon Niño'.

La Figura 7 presenta un ejemplo de la interfaz de una Web App desarrollada para el Objeto de Aprendizaje (OA) titulado "Fundamentos del Protocolo MQTT". Esta interfaz ha sido diseñada para organizar y presentar los contenidos pedagógicos de forma clara y accesible. Entre los recursos clave de la interfaz se incluyen: el título y encabezado principal, los requisitos previos, las competencias a desarrollar, las actividades propuestas, el tiempo estimado de duración y los autores del OA.

Toda esta información es extraída de la ficha técnica, la cual detalla los recursos mencionados en capítulos anteriores. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de dicha ficha técnica, utilizada como base para estructurar la interfaz presentada en la Figura 8.

Tabla 7

Ejemplo Ficha técnica

Clave	Valor	Explicación
Título	Fundamentos del Protocolo MQTT	El nombre del objeto de aprendizaje, que define el tema central y el propósito del material educativo
Objetivo	El objetivo de este OA es que los estudiantes adquieran una comprensión Básica del protocolo MQTT	La meta principal que los estudiantes deben alcanzar al completar el objeto de aprendizaje, explicando el propósito y lo que se espera lograr.
Autores	Edson Fernney Rey Maldonado & Jhoan Sebastián Pabón Niño	Los nombres de las personas o el equipo que han creado y desarrollado el contenido del objeto de aprendizaje.
Requisitos	OA Introducción IoT, Nociones de Arduino y Python	Los conocimientos previos o habilidades que los estudiantes deben tener antes de iniciar el objeto de aprendizaje para asegurar que

		puedan comprender y completar las actividades.
Competencias	<p>Explicar la arquitectura de publicador-suscriptor en MQTT.</p> <p>Describir el funcionamiento del patrón de comunicación en el que los dispositivos publican y se suscriben a temas (topics) para enviar y recibir mensajes.</p> <p>Establecer y gestionar la comunicación bidireccional entre dispositivos utilizando MQTT.</p> <p>Identificar las características que hacen a MQTT un protocolo adecuado para IoT</p>	Las habilidades, destrezas y conocimientos que los estudiantes desarrollarán a lo largo del objeto de aprendizaje
Duración Estimada	4h de trabajo presencial y 2h de trabajo independiente	El tiempo aproximado que se necesita para completar el objeto de aprendizaje, incluyendo todas las actividades, lecturas y prácticas.
Video Motivador	https://drive.google.com/file/d/1JEsbbRuQaJWvX-urq_SU7kxn9Xv2FQ4V/view?usp=drive_link	El link del video diseñado para captar el interés de los estudiantes e inspirarlos a aprender sobre el tema.
Dibujo Encabezado	https://drive.google.com/file/d/1MMi0wWq7iKW-cO2ixxIPfw3AdgysXHF/view?usp=drive_link	El link de una imagen de fondo, preferiblemente subida a un drive
Video Quiz	https://lms.uis.edu.co/ava/mod/h5pactivity/view.php?id=114562	El link un cuestionario interactivo o el link de acceso a la carpeta para varios de ellos,
Lectura Sugerida	https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/9766814	El link de la lectura que los estudiantes pueden consultar para profundizar en los conceptos tratados en el objeto de aprendizaje.
Practica	https://docs.google.com/document/d/1pFahPtfhcnYPi8dIO_bcwRQJW_aFCBkh/edit?usp=drive_link&oid=103534911257613392150&rtpof=true&sd=true	Link donde se encuentran las actividades prácticas diseñadas para que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos en situaciones reales o simuladas.

Prueba Diagnostica	https://lms.uis.edu.co/ava/mod/quiz/view.php?id=114893	Link de acceso para una evaluación inicial para medir el nivel de conocimiento previo de los estudiantes sobre el tema antes de comenzar el objeto de aprendizaje.
Prueba Final	https://lms.uis.edu.co/ava/mod/quiz/view.php?id=128627	Link de acceso para una evaluación al final del objeto de aprendizaje que mide el nivel de comprensión y las competencias adquiridas por los estudiantes.
Encuesta	https://lms.uis.edu.co/ava/mod/feedback/view.php?id=128299	El link de la encuesta que permite recopilar retroalimentación de los estudiantes sobre su experiencia con el objeto de aprendizaje, lo que puede ayudar a mejorar futuras versiones.

2.4 Validación: OA IoT

En esta sección se describen los métodos empleados para evaluar la implementación del objeto de aprendizaje y su influencia en el desarrollo de competencias en IoT en los estudiantes de la E3T.

2.4.1 Parte Técnica: Detalles de la Implementación

La validación técnica del proyecto se llevó a cabo considerando los siguientes aspectos clave de la implementación:

- Número de estudiantes participantes: El proyecto involucró a un grupo de 13 estudiantes matriculados en la E3T, específicamente en el programa de ingeniería electrónica que cursaban la electiva de Tópicos Especiales (27961) referente a IoT.
- Lugar de Clases: Las actividades y prácticas se realizaron en el laboratorio de Comunicaciones ubicado en el Edificio de Alta Tensión y en el aula 310 del CENTIC, que

cuentan con los recursos necesarios, como estaciones de trabajo, conexión a Internet, tarjetas ESP32 y acceso herramientas de software como Python, Node-RED, y EMQX.

- Duración de los módulos: El desarrollo del proyecto se organizó en tres módulos principales, cada uno con una duración específica:

Módulo 1: Protocolo MQTT: Este módulo se planeó hacerlo durante 6 horas de clase y 2 horas de trabajo independiente, pero al momento de implementarlo se impartió en 8 horas de clase y 2 horas de trabajo independiente cubriendo desde conceptos básicos hasta la implementación de publicadores y suscriptores.

Módulo 2: Visualización en Node-RED: La duración estaba planeada en 2 horas de clase y 2 horas de trabajo independiente, en la implementación se realizó en **4** horas de clase y 2 horas de trabajo independiente enfocándose en la configuración de dashboards y la integración con el bróker EMQX.

Módulo 3: Integración con APIs y Web Services: Se desarrolló en 8 horas de clase y 4 horas de trabajo independiente, y estaba planeado para hacerse en 6 horas de clase y 4 horas de trabajo independiente, donde los estudiantes trabajaron en solicitudes HTTP y la interacción con APIs externas.

2.4.2 Parte Pedagógica: Detalles de la Implementación

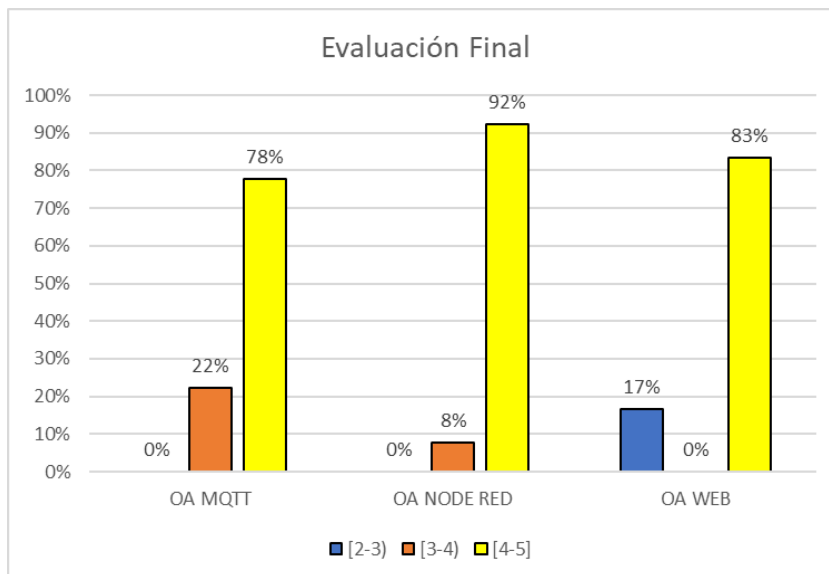
Se implementaron diversos instrumentos para medir el progreso y la comprensión de los estudiantes:

- **Evaluaciones diagnósticas:** Diseñadas para identificar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes, permitiendo adaptar las actividades y contenidos del OA a sus necesidades específicas (**Ver Apéndice A**).
- **Video Quizzes:** Integraron preguntas interactivas dentro de videos explicativos para evaluar la comprensión inmediata de conceptos clave presentados en cada módulo.
- **Actividades Prácticas:** Ejercicios diseñados para que los estudiantes apliquen de manera directa los conceptos aprendidos, desarrollando habilidades técnicas específicas en IoT (**Ver Apéndice C**).
- **Retos Prácticos:** Problemas más complejos y orientados a escenarios reales que incentivaron el desarrollo de soluciones creativas y la integración de herramientas como Node-RED, MQTT y APIs.
- **Evaluaciones finales:** Pruebas integrales que combinan aspectos teóricos y prácticos para valorar el aprendizaje global y la capacidad de los estudiantes para implementar soluciones IoT completas (**Ver Apéndice D**).
- **Encuesta de Satisfacción:** Para evaluar la percepción y experiencia de los estudiantes respecto al diseño, contenido y metodología del objeto de aprendizaje permitiendo así evaluar la calidad del mismo (**Ver Apéndice F**).

2.4.3 Resultados Generales de los OAs

Figura 8

Porcentajes de los resultados de la prueba Final en los 3 OA



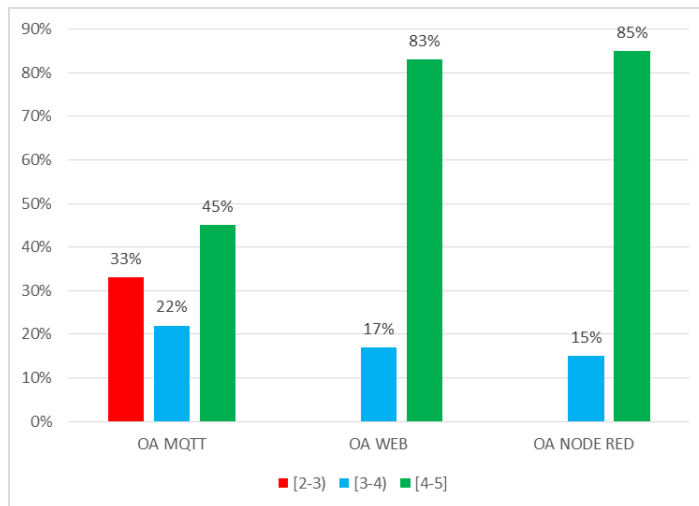
Nota. La grafica muestra las notas en tres intervalos [2-3), [3,4), [4,5] en colores azul, naranja y amarillo respectivamente.

La Figura 8 muestra los resultados de la evaluación final de tres Objetos de Aprendizaje (OA): MQTT, Node-RED y Web, clasificados en rangos de calificación [2-3), [3,4), [4-5]. El OA Node-RED destacó como el más exitoso, con un 92% de los estudiantes en el rango más alto [4-5] y sin registros en los rangos más bajos, evidenciando su efectividad. El OA Web tuvo un desempeño positivo, con un 83% en el rango superior [4-5], aunque un 17% se ubicó en el rango bajo [2-3). Por su parte, el OA MQTT mostró buenos resultados, con un 78% de los estudiantes alcanzando el rango más alto ([4-5]) y un 22% en el rango intermedio ([3-4]), sin registros en el

rango bajo, reflejando un nivel de comprensión general positivo, aunque con oportunidades de optimización en los contenidos.

Figura 9


Porcentaje de notas en las pruebas prácticas de los 3 OA




Nota. La grafica muestra las notas en tres intervalos [2-3), [3,4), [4,5] en colores rojo, azul y verde respectivamente.

La Figura 9 muestra el porcentaje de notas obtenidas en las pruebas prácticas de los tres Objetos de Aprendizaje (OA). Se observa un desempeño destacado en el OA Node-RED, con el 85% de los estudiantes alcanzando calificaciones en el rango de [4-5], lo que refleja un alto nivel de comprensión y manejo de este contenido. El OA WEB también tuvo un desempeño positivo, con un 83% de los estudiantes en el rango superior, aunque con un pequeño porcentaje (17%) en el rango intermedio [3-4). Por otro lado, el OA MQTT presentó una distribución más dispersa: un 45% de los estudiantes obtuvo notas entre [4-5], mientras que un 33% se ubicó en el rango bajo [2-3), lo que sugiere que este OA podría requerir ajustes o mayor apoyo pedagógico para mejorar los resultados en este grupo.


Figura 10*Encuesta de Satisfacción OA*

¿Los contenidos fueron claros y fáciles de entender? 


1 2 3 4 5 NA

¿Los objetivos del aprendizaje fueron claros y alcanzables? 


1 2 3 4 5 NA

¿El objeto de aprendizaje se adaptó a tus necesidades y estilo de aprendizaje? 


1 2 3 4 5 NA

¿Te motivó a aprender y participar activamente? 

1 2 3 4 5 NA

¿La navegación y el diseño del objeto de aprendizaje fueron amigables y atractivos? 

1 2 3 4 5 NA

¿Consideras que el objeto de aprendizaje fue relevante para tu formación? 

1 2 3 4 5 NA

Por favor, escribe cualquier comentario o sugerencia que consideres relevante:

Nota. La Figura muestra el diseño de la encuesta de satisfacción utilizada en todos los módulos para evaluar la experiencia de los estudiantes con el Objeto de Aprendizaje (OA).

Tabla 8

Resultados Promedio por Aspecto de la encuesta de satisfacción en los 3 Objetos de Aprendizaje

Aspectos	OA1	OA2	OA3
Contenidos Claros y fáciles	4.58	5	4.8
Objetivos Claros y alcanzables	4.67	4.83	4.6
Adaptado a necesidades	4.64	5	4.75
Motivación	4.75	5	5
Navegación Amigable	4.58	5	4.8
Relevancia para la formación	4.92	5	4.6

La **Tabla 8** refleja los resultados promedio de la encuesta de satisfacción para los tres Objetos de Aprendizaje (OA). Se observa que el OA2 obtiene una calificación perfecta (5) en todos

los aspectos evaluados, lo que indica una satisfacción total de los usuarios respecto a su claridad, relevancia, diseño y capacidad de adaptación. El OA1 también presenta buenos resultados, destacándose en "Relevancia para la formación" (4.92) y "Motivación" (4.75), aunque tiene valores ligeramente inferiores en "Contenidos claros y fáciles" y "Navegación amigable" (4.58). Por su parte, el OA3 mantiene un desempeño alto en general, con calificaciones cercanas a 5 en todos los aspectos, destacando en "Motivación" y "Adaptado a necesidades" (5 y 4.75 respectivamente), aunque muestra un área de mejora en "Objetivos claros y alcanzables" y "Relevancia para la formación" (4.6).

En términos generales, los tres OA son bien valorados, pero OA2 destaca por una excelencia uniforme, mientras que OA1 y OA3, aunque con calificaciones altas, presentan pequeños márgenes de mejora en aspectos específicos como claridad, objetivos y relevancia. Esto sugiere que los esfuerzos futuros podrían centrarse en alinear estos elementos para optimizar la experiencia de aprendizaje en los OA1 y OA3.

3. Conclusiones

- El modelo de referencia desarrollado permitió organizar de manera sistemática el diseño, implementación y gestión de Objetos de Aprendizaje (OAs).
- La implementación de una Web App mejoró la organización de los recursos y la interacción de los estudiantes con los contenidos.
- La creación de manuales detallados para desarrolladores garantiza la replicabilidad del modelo en otros contextos educativos. Esto permite que la solución pueda adaptarse y expandirse a diferentes entornos sin depender exclusivamente de sus creadores.
- La implementación de tres Objetos de Aprendizaje (OAs) permitió comprobar la versatilidad y adaptabilidad del modelo a distintos ejes temáticos y condiciones de implementación. Los resultados sugieren que este enfoque puede ser aplicado a diversas áreas del conocimiento, consolidando su utilidad como estrategia formativa en IoT.
- La implementación evidenció que el tiempo estimado no fue suficiente para garantizar una cobertura óptima de los contenidos, mostrando la necesidad de ajustar los tiempos asignados originalmente. Este ajuste permitiría no solo abarcar los temas con mayor profundidad, sino también incluir más actividades prácticas e interactivas, las cuales son esenciales para consolidar el aprendizaje y fomentar una comprensión de las competencias técnicas y transversales requeridas en IoT.
- La validación del Objeto de Aprendizaje (OA) con estudiantes de la asignatura ‘Tópicos Especiales del programa de Ingeniería Electrónica permitió evaluar su efectividad, evidenciando avances significativos en las competencias relacionadas con IoT. No obstante,

el no implementarlo con estudiantes de grupos de investigación limitó la oportunidad de obtener una retroalimentación desde una perspectiva más especializada.

- La integración de herramientas como la ESP32 en la implementación de los objetos de aprendizaje facilitó a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más dinámica y alineada con escenarios reales. Sin embargo, se identificó la necesidad de incorporar sensores comerciales, lo que permitiría un enfoque de aprendizaje más cercano a las aplicaciones industriales del IoT, preparando mejor a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo laboral.

4. Recomendaciones

- Ajustar los tiempos asignados a cada módulo en función de su complejidad y complementar las sesiones con materiales adicionales como videos explicativos, guías interactivas y dinámicas grupales que refuercen el aprendizaje colaborativo.
- Modernizar la interfaz para hacerla más atractiva e intuitiva, optimizando la navegación y la comprensión de los contenidos. Además, ampliar su alcance para adaptarse a distintos perfiles de usuarios, como profesores y desarrolladores, incorporando servicios más específicos y automatizados que mejoren la experiencia y eficiencia en su uso.
- Se recomienda optimizar el código del web service para futuras implementaciones, con el objetivo de automatizar completamente el proceso de configuración y evitar la necesidad de intervención directa por parte del desarrollador. Esta mejora debe incluir la capacidad de

conectar de forma eficiente con una base de datos que integre múltiples fichas técnicas, garantizando así una mayor escalabilidad y facilidad en la gestión de recursos pedagógicos.

- Ante el creciente impacto de la inteligencia artificial (IA) y el machine learning (ML) en la optimización de dispositivos IoT, se recomienda que los futuros proyectos educativos incorporen objetos de aprendizaje enfocados en estas tecnologías para enriquecer la formación de los estudiantes. Los proyectos podrían centrarse en enseñar cómo la IA y el ML pueden transformar la gestión de datos, la automatización y la toma de decisiones en entornos IoT.
- Establecer colaboraciones con empresas tecnológicas pueden proporcionar acceso a herramientas avanzadas, plataformas de software, y recursos técnicos que potencien el alcance de futuros proyectos. Además, permiten alinear los contenidos formativos con las demandas del mercado laboral, incrementando la empleabilidad de los estudiantes y fortaleciendo la relevancia del programa académico.
- Involucrar áreas con grupos de investigación interdisciplinarios dentro y fuera de la universidad como en áreas de agricultura de precisión, sostenibilidad energética o manufactura avanzada, puede ampliar significativamente el impacto pedagógico de los proyectos IoT.

Referencias Bibliográficas

Apps Script. (2024, September 5). Google for Developers. Retrieved January 16, 2025, from

<https://developers.google.com/apps-script?hl=es-419>

Ashton, K. (2009, JUNE 22). That 'Internet of Things' Thing. RFID JOURNAL.

<https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/>

Avalos, M. (2021). Educación semipresencial con Moodle y el modelo de aula invertida.

Editorial Maipue. <https://elibro->

[net.bibliotecavirtual.uis.edu.co/es/ereader/uis/175363?page=9](https://elibro-net.bibliotecavirtual.uis.edu.co/es/ereader/uis/175363?page=9).

Banks, A., & Gupta, R. (2019). MQTT VERSION 5.0. OASIS STANDARD. Retrieved January

16, 2025, from <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.html>

Bertossi, V., & Gutierrez, M. D. I. M. (2020, Diciembre 01-04). Objetos de Aprendizaje: Estado

del Arte. 2020 IEEE Congreso Bienal de Argentina (ARGENCON), 1(1), 1-8.

<https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/9505342>

Celí Párraga, R. J., Boné Andrade, M. F., & Mora Olivero, A. P. (2023). Programación web del

frontend al backend. Editorial Grupo AEA.

coursera. (n.d.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Retrieved

January 23, 2025, from [https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/formacion-](https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/coursera.html)

[ambiental/cursos-y-postgrados/coursera.html](https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/formacion-ambiental/cursos-y-postgrados/coursera.html)

Cuchillac, V. M. (2023). La enseñanza de IoT como estrategia para desarrollar competencias

técnicas para la Industria 4.0. *Realidad y Reflexión*, 57, 15-38.

<https://doi.org/10.5377/ryr.v1i57.16694>.

- Fernández Casado, P. E. (2023). Construcción y diseño de páginas web con HTML, CSS y JavaScript. Ediciones de la U. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/?il=35417>
- GAN & ANDI. (2021). Habilidades Digitales en Colombia.
- Goodwin, M. (2024). ¿Qué es una API (interfaz de programación de aplicaciones)? IBM. Retrieved January 16, 2025, from <https://www.ibm.com/mx-es/topics/api>
- Jeschke, S., Brecher, C., Song, H., & Rawat, D. B. (Eds.). (2016). Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems. Springer International Publishing.
- J, J. (2023, May 11). Top 3 Open Source MQTT Brokers for Industrial IoT in 2023. EMQX. Retrieved January 22, 2025, from <https://www.emqx.com/en/blog/top-3-open-source-mqtt-brokers-for-industrial-iot-in-2023>
- Khanafer, M., & El-Abd, M. (2019, April 08-11). Guidelines for Teaching an Introductory Course on the Internet of Things. 2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1(1), 1488-1492. <https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.uis.edu.co/document/8725186>
- MINTIC. (2021). Informe de inteligencia global sobre IoT.
- Molina Zambrano, M., & Ruiz Morales, Y. A. (2020). Diseño de Objeto de Aprendizaje basado en una WebQuest para la programación de áreas que definen el espacio arquitectónico. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (74), 127-148. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.74.1623>
- Node RED. (n.d.). Node-RED. Retrieved January 16, 2025, from <https://nodered.org/>
- Ortiz Suarez, A., Rey, J. M., Solano, J., Quiroga, O., Duarte, N., Gómez, J., & Rubio, F. (2023). Diseño de un sistema IIoT de un vivero para la formación de profesionales en

competencias de la industria 4.0. Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería.

<https://doi.org/10.26507/paper.2943>

Oviedo, N. F., & Arruba, S. Q. (2022). Preferencias de metodologías de aprendizaje a partir de modelos de elección. *Estudios pedagógicos*, 48(1), 213-230.

<https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/ec79093c-8bf1-4f27-acd3-b85cedb20e10/content>

Pérez, M., Mendoza, L., & Grimán, A. (2005). Modelo para estimación de la calidad de un Web Service. XXXI Conferencia Latinoamericana de Informática.

Pizarro Peláez, J. (2020). Internet de las cosas (LOT) con ESP: manual práctico. Editorial

Paraninfo. <https://www-ebooks7-24-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/?il=18122>

Top 3 Open Source MQTT Brokers for Industrial IoT in 2023. (2023, May 11). EMQX. Retrieved January 16, 2025, from <https://www.emqx.com/en/blog/top-3-open-source-mqtt-brokers-for-industrial-iot-in-2023>

UIS. (2019). *OVA ESCRIBIR PARA CONVENCER*.

https://tic.uis.edu.co/users/ipred/repositorio/OVAs/OVA_ESCRIBIRPARACONVENCER/ova_escribir.pdf