



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Diseño e Implementación de un Repositorio Digital para el Curso Campos
Electromagnéticos**

Orlando José Salazar Polo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Modalidad de Práctica

Trabajo de Grado

Asesor

Johnatan Mauricio Rodríguez Serna, Doctor (PhD) en Ingeniería Eléctrica

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Eléctrica

Medellín, Antioquia, Colombia

2026



Referencia

- [1] O. J. Salazar Polo, “Diseño e implementación de un repositorio digital para el curso campos electromagnéticos”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2026.

Estilo IEEE (2020)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mi hermana que es el símbolo vivo de la resiliencia, a mis padres que nunca han dejado de apoyarme y a mi sobrino que es el impulso para obtener este título.

Agradecimientos

Al profesor Johnatan Rodríguez por guiarme y apoyarme en todo el proceso de este proyecto. A mis amigos, a mis compañeros, a mis profesores y a la Universidad de Antioquia por dejar tan bellos recuerdos en una mente nostálgica que ama recordar.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. OBJETIVOS	12
A. Objetivo general	12
B. Objetivos específicos	12
III. MARCO TEÓRICO	13
Repositorios Digitales Educativos	13
Aprendizaje Colaborativo en Educación Superior	13
Plataformas Educativas Digitales	14
Gestión del Conocimiento en Contextos Educativos	15
Tecnologías Educativas (EdTech)	15
Aprendizaje Autónomo	15
Diseño Instruccional	16
Recursos Educativos Abiertos (REA)	16
Usabilidad y Experiencia de Usuario (UX) en Entornos Educativos	16
Comunidades de Aprendizaje	16
IV. DESARROLLO	18
Primera fase: Diseño conceptual y selección tecnológica	18
Diseño conceptual de la plataforma	18
Preguntas orientadoras para el diseño de la plataforma	18
1. ¿Cuál es el propósito principal de la plataforma?	18
2. ¿A quiénes está dirigida la plataforma?	19
3. ¿Qué información se incluirá en la plataforma?	19

4. ¿Cómo se categorizará la información?	20
5. ¿Qué elementos multimedia se incluirán?	21
6. ¿Cómo se garantizará que la plataforma sea intuitiva?	22
Criterios de selección de la plataforma	24
Criterios técnicos	24
Criterios académico-pedagógicos	25
Criterios de accesibilidad y usabilidad	26
Selección de la plataforma	27
Segunda fase: Investigación y compilación	33
Recopilación sistemática de recursos.....	33
Apuntes.....	33
Ejercicios	34
Recursos complementarios.....	35
Tercera fase: Implementación	37
Página principal	37
Organización de apuntes de clase	38
Estructura de propiedades	39
Vistas	40
Formato interno de los apuntes	41
Organización de ejercicios resueltos.....	42
Estructura de propiedades	42
Vistas.....	43
Formato interno de los ejercicios	43
Funcionalidades colaborativas	44
Cuarta fase: Pruebas y evaluación.....	45

Proceso de poblamiento	45
Proceso de verificación	46
Quinta fase: Entrega y documentación.....	48
V. ANALISIS DE RESULTADOS	49
Producto final obtenido	49
Observaciones significativas	50
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
Recomendaciones	52
Implementación de metadatos	52
Validación con usuarios	53
Expansión a otros cursos	53
REFERENCIAS	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de ponderación de criterios.	28
Tabla 2. Cuadro comparativo entre plataformas.	29
Tabla 3. Matriz de verificación.	47

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Taxonomía propuesta para el repositorio.....	20
Fig. 2. Contenido multimedia.....	21
Fig. 3. Propuesta de interfaz gráfica del repositorio.	22
Fig. 4. Base del diseño conceptual.	23
Fig. 5. Flujograma del diseño conceptual.	27
Fig. 6. Proceso de consolidación de contenidos.....	33
Fig. 7. Página principal del repositorio.	38
Fig. 8. Vista principal de base de datos de apuntes.....	38
Fig. 9. Propiedades de los apuntes.	40
Fig. 10. Formato interno de los apuntes.	41
Fig. 11. Base de datos de ejercicios.	42
Fig. 12. Comentarios en Notion.	44

RESUMEN

En este trabajo de grado se diseñó e implementó un repositorio digital centralizado para la asignatura de Campos Electromagnéticos de la Universidad de Antioquia. La iniciativa surge de la necesidad de solucionar la dispersión de los recursos de estudio que dificulta la preparación efectiva de los estudiantes. El objetivo principal es potenciar el aprendizaje autónomo y la colaboración entre estudiantes, organizando de forma intuitiva y accesible contenidos clave como apuntes de clase, ejercicios resueltos paso a paso, video talleres explicativos y material complementario. La metodología del proyecto se estructura a partir de un diseño conceptual que permitió definir la arquitectura de información y la experiencia de usuario; la selección de la plataforma tecnológica más adecuada a través de criterios técnicos, académicos y de accesibilidad; la investigación y recopilación sistemática de contenidos académicos validados; la implementación técnica del repositorio; y finalmente, una prueba piloto para evaluar su funcionalidad y usabilidad. La plataforma seleccionada es *Notion*. El repositorio organiza los contenidos por unidades temáticas del microcurrículo e integra apuntes teóricos, ejercicios resueltos paso a paso, videos explicativos y cuestionarios interactivos, siendo estos últimos componentes multimedia fundamentales y diferenciadores en la plataforma. La interfaz facilita la navegación mediante secciones claramente diferenciadas que permiten acceso rápido a cada recurso educativo. Este repositorio se diseñó para ser funcional, sostenible en el tiempo y escalable. Los resultados principales demuestran que la centralización de recursos en Notion mejoró significativamente el acceso a materiales de estudio y la plataforma resultó intuitiva para los usuarios. Además, se pretende que la guía metodológica implementada pueda ser adaptada a otras asignaturas del programa o de la institución.

***Palabras clave* — Repositorio Digital, Campos Electromagnéticos, Aprendizaje Colaborativo, Herramientas Educativas, Diseño Instruccional, Recursos Didácticos, Evaluación de Usabilidad.**

ABSTRACT

In this degree project, a centralized digital repository was designed and implemented for the Electromagnetic Fields course at the University of Antioquia. The initiative arises from the need to solve the dispersion of study resources that hinders students' effective preparation. The main objective is to enhance autonomous learning and collaboration among students by organizing key content in an intuitive and accessible manner, such as class notes, step-by-step solved exercises, explanatory video workshops, and supplementary material. The project methodology is structured from a conceptual design that allowed defining the information architecture and user experience; the selection of the most appropriate technological platform through technical, academic, and accessibility criteria; the systematic research and compilation of validated academic content; the technical implementation of the repository; and finally, a pilot test to evaluate its functionality and usability. The selected platform is *Notion*. The repository organizes content by thematic units from the microcurriculum and integrates theoretical notes, step-by-step solved exercises, explanatory videos, and interactive quizzes, with the multimedia elements (videos and quizzes) being fundamental and differentiating components on the platform. The interface facilitates navigation through clearly differentiated sections that allow quick access to each educational resource. This repository was designed to be functional, sustainable over time, and scalable. The main results demonstrate that the centralization of resources in Notion significantly improved access to study materials and the platform proved intuitive for users. Additionally, it is intended that the implemented methodological guide can be adapted to other courses in the program or the institution.

Keywords — Digital Repository, Electromagnetic Fields, Collaborative Learning, Educational Tools, Instructional Design, Didactic Resources, Usability Evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado aborda una problemática identificada a partir de la experiencia como monitor de la asignatura: la dispersión del material de estudio, que genera dificultades en la preparación efectiva de los estudiantes. Para solucionar este problema, se propone el diseño y desarrollo de un repositorio digital que sirva como una herramienta de apoyo, organizando los contenidos teóricos y prácticos del curso de manera accesible y coherente.

La plataforma digital en línea seleccionada para la implementación del repositorio deberá ser gratuita, fácil de usar y con funciones colaborativas para los usuarios. La herramienta propuesta busca optimizar el proceso de aprendizaje al integrar y organizar los contenidos de la asignatura, desde la bibliografía fundamental hasta diversos documentos y recursos complementarios. Su principal valor radica en la posibilidad de promover activamente el aprendizaje cooperativo y la interacción entre los estudiantes. La herramienta desarrollada se podrá adaptar a otras asignaturas con base en las experiencias recogidas en las etapas de diseño, implementación y pruebas piloto.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Implementar una plataforma digital centralizada para la asignatura Campos Electromagnéticos que, a través de una organización intuitiva, potencie el aprendizaje autónomo y la colaborativo entre los estudiantes.

B. Objetivos específicos

Compilar y elaborar los contenidos académicos clave de la asignatura, incluyendo apuntes detallados, ejercicios y recursos complementarios, para su digitalización en la plataforma.

Realizar un diseño conceptual de la plataforma y seleccionar la herramienta en la cual se implementará teniendo en cuenta criterios como los costos, la versatilidad, facilidad de uso, capacidades, entre otros.

Diseñar e implementar una plataforma interactiva y de fácil navegación, optimizando la experiencia del usuario a través de una estructura intuitiva y funcionalidades que fomenten la colaboración entre estudiantes.

III. MARCO TEÓRICO

Repositorios Digitales Educativos

Los repositorios digitales educativos son sistemas de información que preservan, organizan y difunden materiales científicos y académicos como apoyo a la investigación y el aprendizaje, garantizando el acceso a la información [1]. La preservación de los saberes en repositorios es vital para las instituciones educativas, funcionando como bases de datos digitales que almacenan contenido de aprendizaje de forma centralizada [2]. Estas tienen las siguientes características principales [3]:

- **Almacenan diferentes tipos de archivos:** documentos de texto, audio, vídeo, recursos HTML, etc.
- **Contienen metadatos:** información que permite catalogar y conocer con precisión la temática, autoría, nivel educativo y otros detalles útiles para su reutilización (especificación LOM - Learning Object Metadata)
- **Incluyen sistemas de búsqueda** para la localización de recursos
- Son **interoperables**, permitiendo la comunicación entre diferentes repositorios.

En 2023 se documentó el desarrollo del Purdue Repository for Online Teaching and Learning (PoRTAL) como recurso educativo abierto para mejorar las habilidades de enseñanza en línea, utilizando un enfoque de investigación basado en diseño [4]. En este se destacan que los Recursos Educativos Abiertos (REA) tienen el principio básico de proporcionar acceso democrático al conocimiento, siendo los repositorios el medio fundamental para lograr este objetivo [5].

Aprendizaje Colaborativo en Educación Superior

El aprendizaje colaborativo es una metodología que impulsa la distribución de acciones dentro del aula para enfocarlas en una experiencia social y académica de aprendizaje, preparando al estudiante para asumir compromisos grupales, proporcionar y pedir ayuda a los compañeros, y descubrir soluciones que beneficien a todos [6].

Un estudio reciente de la UTPL en 2024 [7] en educación superior identificó factores clave para el éxito del aprendizaje colaborativo en línea, destacando que esta metodología experimentó un impulso considerable después de la pandemia COVID-19. La investigación señala que [7]:

- La **comunicación y colaboración** son habilidades clave para la participación productiva en la sociedad del siglo XXI según UNESCO.
- El desarrollo de estas habilidades solo es posible mediante la implementación continua de didácticas que promuevan la colaboración [8].

Espinosa y Saltos [9] encontraron que las plataformas de aprendizaje colaborativo en línea han revolucionado la educación al facilitar entornos virtuales donde los estudiantes pueden interactuar de manera colaborativa, promoviendo el desarrollo de habilidades sociales fundamentales, con participación y equitativa.

Bach y Thiel [10] documentaron que el aprendizaje colaborativo en línea se convirtió en una necesidad para las universidades durante la pandemia, con efectos significativos en la calidad de la interacción digital y factores grupales.

Plataformas Educativas Digitales

Las plataformas educativas son entornos digitales diseñados para gestionar, entregar y facilitar la educación en línea, permitiendo a educadores y alumnos adquirir conocimientos, interactuar, compartir recursos, realizar evaluaciones y hacer un seguimiento del progreso del aprendizaje de manera efectiva [11].

El mercado global de tecnología educativa (EdTech) muestra un crecimiento exponencial:

- Se espera que alcance 598,820 millones de USD para 2032, con un crecimiento anual del 17,1 % [12].
- El mercado de tecnología educativa y aulas inteligentes se proyecta crecer de 139,420 millones de dólares en 2023 a 562,650 millones de dólares en 2031, con una CAGR del 19,1 % [13].

Un estudio en universidades de Panamá identificó las plataformas de aprendizaje virtual más utilizadas [14]:

1. Moodle (23%)
2. Educativa (16%)
3. Google Classroom (14%)

Martínez de Miguel y otros [15] destacan que los entornos virtuales de formación están teniendo un impacto significativo en la educación superior, transformando los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Gestión del Conocimiento en Contextos Educativos

La gestión del conocimiento en educación superior surge como una estrategia relevante para enfrentar los desafíos de la globalización y el entorno altamente competitivo. La capacidad de generar, estructurar, difundir y utilizar el conocimiento determina no solo la calidad de la educación, sino que también fomenta la innovación y las interacciones dentro y fuera de las instituciones educativas [16].

En la Universidad César Vallejo en Lima-Perú analizaron la creación y el uso continuo de nuevos conocimientos dentro de las instituciones, destacando mejoras en la calidad vinculadas a la investigación e innovación competitiva [17]. Estos proponen una clasificación de estrategias de gestión del conocimiento para impulsar la innovación educativa en Instituciones de Educación Superior, consolidando aspectos como pensamiento complejo, procesos de innovación, y tecnologías de la información y la comunicación.

Tecnologías Educativas (EdTech)

Zou y otros [18] señalan que la integración de tecnologías digitales en la educación representa una evolución significativa en el panorama pedagógico del siglo XXI, con tendencias, desafíos e innovaciones en la integración tecnológica.

El EDUCAUSE Horizon Report 2025 [19] documenta que la educación superior está en un período de transformación masiva, con avances tecnológicos—particularmente en IA y realidad virtual—que están redefiniendo cómo los estudiantes se involucran con el contenido y cómo se entiende la cognición.

UNICEF [20] destaca que en América Latina y el Caribe existen enfoques limitados de EdTech para medir y mitigar las pérdidas de aprendizaje, pero las tecnologías digitales tienen potencial para evaluar y apoyar la recuperación del aprendizaje.

Aprendizaje Autónomo

El aprendizaje autónomo se refiere a la capacidad de los estudiantes para dirigir su propio proceso de aprendizaje mediante materiales organizados y accesibles. Esta modalidad es esencial para el desarrollo de competencias del siglo XXI y se potencia mediante repositorios digitales bien estructurados.

La transición hacia ambientes de aprendizaje virtuales durante la pandemia permitió la generación de procesos colectivos de construcción del conocimiento, enfatizando la interacción, participación y corresponsabilidad dentro de las comunidades educativas, según el informe de CEPAL [21].

Diseño Instruccional

El diseño instruccional se refiere a los principios para estructurar y organizar contenidos educativos de manera lógica, progresiva y pedagógicamente efectiva. En el contexto de repositorios digitales, el diseño instruccional es crucial para garantizar que los materiales sean accesibles y faciliten el aprendizaje. Richardson y otros [4] utilizaron el modelo de Van Tiem para identificar problemas desde la perspectiva de Tecnología de Desempeño Humano (HPT), aplicando diseño instruccional al desarrollo de repositorios educativos.

Recursos Educativos Abiertos (REA)

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) tienen el principio básico de proporcionar acceso democrático al conocimiento. Para lograr este objetivo, los REA deben ser compartidos a través de repositorios que faciliten su localización, acceso y reutilización [5]. Un estudio sobre la calidad de repositorios de REA en educación universitaria define los repositorios como bases de datos digitales que albergan contenido de aprendizaje, aplicaciones y herramientas, incluyendo vídeos, grabaciones de audio, aplicaciones multimedia y herramientas de redes sociales [22].

Usabilidad y Experiencia de Usuario (UX) en Entornos Educativos

La usabilidad es fundamental para garantizar que los estudiantes y docentes puedan navegar eficientemente por el repositorio y acceder a los materiales necesarios. Un diseño centrado en el usuario mejora la adopción y el uso continuo de la plataforma. Las características de los repositorios incluyen sistemas de búsqueda eficientes, metadatos bien estructurados e interfaces intuitivas que faciliten la localización de recursos.

Comunidades de Aprendizaje

Las comunidades de aprendizaje son espacios donde estudiantes, monitores y docentes interactúan, colaboran y construyen conocimiento colectivamente. Estas comunidades son

esenciales para el aprendizaje colaborativo efectivo. La investigación sobre aprendizaje colaborativo en línea demuestra que la calidad de la interacción digital está asociada con factores individuales y grupales, siendo fundamental para el éxito en educación superior [10].

IV. DESARROLLO

Primera fase: Diseño conceptual y selección tecnológica

Diseño conceptual de la plataforma

El diseño conceptual constituye la fase metodológica fundamental mediante la cual se establecen los lineamientos arquitectónicos, funcionales y pedagógicos que orientarán el desarrollo e implementación del repositorio digital. Este proceso implica la definición precisa de los objetivos educativos que la plataforma debe satisfacer, la identificación detallada de las necesidades específicas de los usuarios finales, y la determinación de los requisitos técnicos y didácticos que garantizarán el cumplimiento efectivo de dichos objetivos.

Preguntas orientadoras para el diseño de la plataforma

En el contexto específico de este proyecto, el diseño conceptual se fundamentó en el planteamiento y análisis reflexivo de seis preguntas estratégicas que constituyeron el marco analítico para la toma de decisiones en todas las dimensiones del proyecto:

- Arquitectura de información
- Selección tecnológica
- Diseño de experiencia de usuario
- Estrategia de implementación

El propósito de este enfoque fue garantizar que cada decisión de diseño estuviera fundamentada en necesidades reales del contexto educativo del programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Antioquia; Misión, Resultados de Aprendizaje e Indicadores de Desempeño, y alineada con los objetivos pedagógicos de la asignatura. A continuación, se presenta el análisis detallado de cada una de estas preguntas orientadoras, junto con las respuestas que permitieron configurar los fundamentos conceptuales del repositorio digital.

1. ¿Cuál es el propósito principal de la plataforma?

El propósito fundamental de la plataforma es constituirse como una herramienta (guía) de estudio centralizada e integral para los estudiantes del curso de Campos Electromagnéticos. Su función primordial consiste en facilitar el aprendizaje autónomo y colaborativo mediante la consolidación y organización sistemática de recursos educativos en un único espacio digital de

acceso permanente. La plataforma busca eliminar la dispersión informativa característica de los entornos educativos tradicionales, donde los materiales de estudio se encuentran fragmentados en múltiples fuentes, formatos y ubicaciones físicas o digitales. Al centralizar estos recursos, se optimiza el tiempo de estudio de los estudiantes, permitiéndoles concentrar sus esfuerzos cognitivos en la comprensión conceptual y el desarrollo de competencias disciplinares, en lugar de invertir tiempo en la búsqueda y validación de información académica relevante.

2. ¿A quiénes está dirigida la plataforma?

La plataforma está dirigida principalmente a estudiantes del programa de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Antioquia que cursan la asignatura, quienes constituyen el público objetivo prioritario del repositorio. No obstante, su diseño contempla también su utilización como herramienta de apoyo pedagógico para docentes y monitores académicos que requieran consultar, actualizar o enriquecer el material didáctico disponible. Esta doble audiencia exige un diseño instruccional que equilibre rigurosidad académica con claridad expositiva, garantizando que los contenidos sean suficientemente profundos para satisfacer las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, pero al mismo tiempo lo suficientemente accesibles para facilitar la consulta rápida y la navegación intuitiva por parte de todos los usuarios potenciales.

3. ¿Qué información se incluirá en la plataforma?

El repositorio digital integra cuatro categorías principales de recursos educativos, que fueron seleccionados y organizados para cubrir las necesidades de aprendizaje de los estudiantes:

- **Apuntes teóricos:** Documentos que sintetizan los conceptos fundamentales del curso, elaborados a partir del texto guía y complementados con anotaciones de clase recopiladas de semestres anteriores.
- **Ejercicios resueltos:** Colección de problemas prácticos con soluciones detalladas paso a paso, que ilustran la aplicación concreta del método de campos para resolver problemas específicos de teoría electromagnética.
- **Videos explicativos:** Material audiovisual que refuerza y complementa los temas más complejos del curso, facilitando la comprensión mediante representaciones visuales y explicaciones dinámicas.

- **Comentarios y anotaciones:** Elementos contextuales que aportan información adicional, aclaraciones conceptuales, observaciones metodológicas o conexiones interdisciplinarias que enriquecen el contenido principal.

4. ¿Cómo se categorizará la información?

La categorización del contenido sigue una estructura jerárquica multinivel organizada primordialmente por las unidades temáticas que conforman el programa académico del curso. En el nivel superior, los recursos se agrupan según las unidades principales de la asignatura. Dentro de cada unidad, los materiales se clasifican adicionalmente según múltiples criterios complementarios: el subtema específico al que pertenecen, su tipología (apunte teórico, ejercicio resuelto, video explicativo), y su nivel de complejidad o dificultad. Esta taxonomía que se puede observar en la figura 1 es multidimensional la cual permite una navegación eficiente a través del repositorio, facilita la localización rápida y precisa de materiales específicos mediante diferentes rutas de acceso, adaptándose así a diversos estilos de aprendizaje y necesidades de consulta.

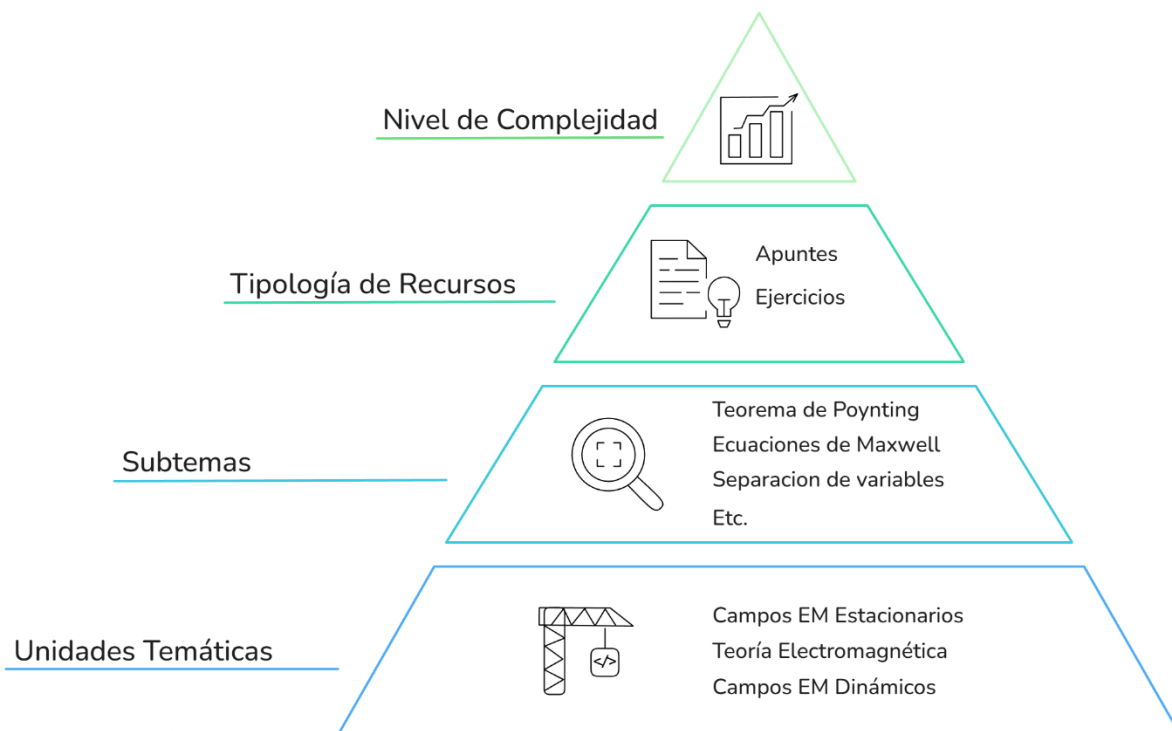


Fig. 1. Taxonomía propuesta para el repositorio

5. *¿Qué elementos multimedia se incluirán?*

El componente multimedia constituye un elemento diferenciador fundamental de la plataforma, diseñado para enriquecer significativamente la experiencia educativa mediante la integración estratégica de recursos interactivos y audiovisuales. Específicamente, se incorporan videos educativos alojados en YouTube, seleccionados por su calidad pedagógica y su capacidad para explicar conceptos complejos mediante representaciones visuales dinámicas. Adicionalmente, se integran cuestionarios interactivos desarrollados en Quizlet¹, que permiten a los estudiantes realizar ejercicios de autoevaluación, consolidar conocimientos mediante técnicas de repaso espaciado, y recibir retroalimentación inmediata sobre su comprensión de los contenidos. Estos elementos multimedia complementan y enriquecen el material textual tradicional, ofreciendo alternativas dinámicas de aprendizaje que se adaptan a diferentes preferencias cognitivas y estilos de procesamiento de información. Figura 2 para fines ilustrativos.

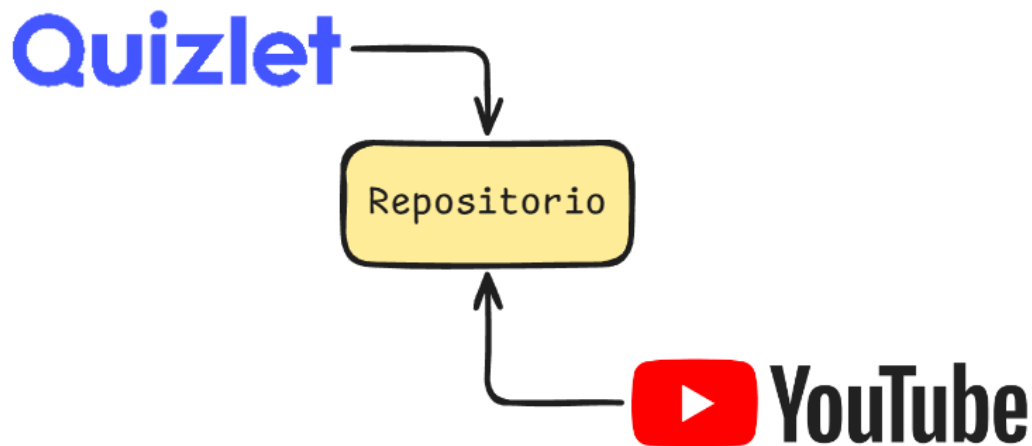


Fig. 2. Contenido multimedia.

¹ Plataforma educativa para la creación de tarjetas de aprendizaje.

6. ¿Cómo se garantizará que la plataforma sea intuitiva?

La usabilidad constituye un pilar fundamental del diseño de la plataforma, y se garantiza mediante la implementación de múltiples estrategias de diseño de experiencia de usuario (UX). La interfaz se estructura con una arquitectura de información clara y coherente, que minimiza la carga cognitiva y la curva de aprendizaje inicial. Se emplean principios de diseño visual consistentes, incluyendo una jerarquía tipográfica bien definida, un esquema cromático funcional que facilita la identificación de diferentes tipos de contenidos, y elementos de navegación estandarizados que se mantienen constantes a lo largo de toda la plataforma, estos elementos se pueden evidenciar en la figura 3. La organización de los contenidos sigue patrones mentales naturales y estructuras lógicas que coinciden con las expectativas de los usuarios, permitiendo que los estudiantes accedan a los recursos necesarios sin fricciones innecesarias ni desorientación navegacional. Adicionalmente, se implementan mecanismos de búsqueda y filtrado que facilitan el acceso directo a contenidos específicos cuando se conoce exactamente qué se está buscando.

TITULO DEL REPOSITORIO

TITULO DE BASE DE DATOS DE APUNTES

INFORMACION ADICIONAL

TITULO DE BASE DE DATOS DE EJERCICIOS

				☆☆☆☆
				☆☆☆☆☆
				☆☆☆☆
				☆☆☆☆
				☆☆
				☆☆☆

Fig. 3. Propuesta de interfaz gráfica del repositorio.

La respuesta sistemática a estas preguntas orientadoras no solo permitió establecer los fundamentos conceptuales de la plataforma, sino que también proporcionó los criterios objetivos necesarios para la posterior selección de la herramienta tecnológica más apropiada para su implementación, proceso que se detalla en las secciones subsiguientes de este informe. El proceso llevado a cabo en la fase de diseño conceptual y selección tecnológica se muestra de manera resumida en la Figura 4.

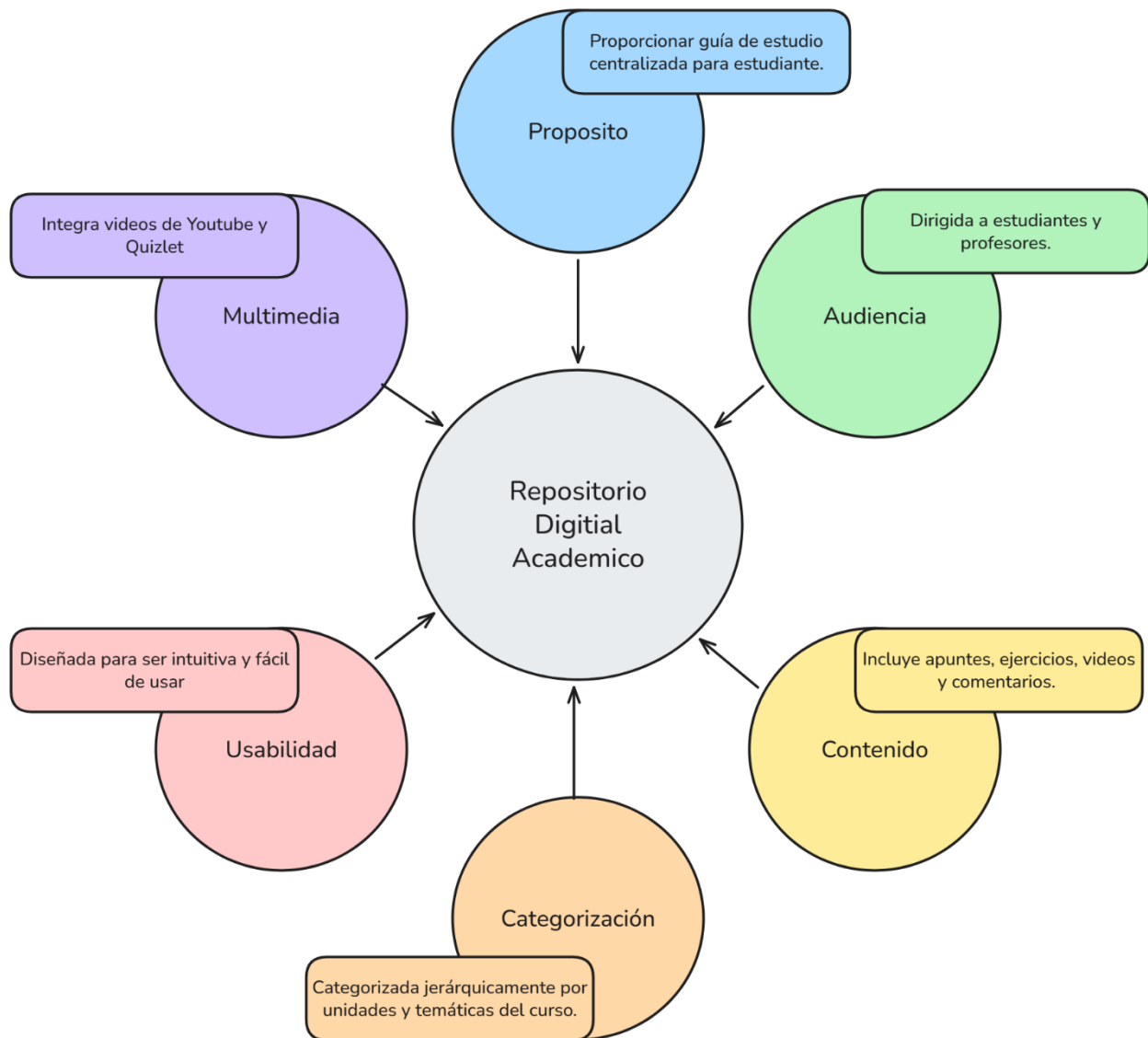


Fig. 4. Base del diseño conceptual.

Criterios de selección de la plataforma

Para la selección de la plataforma tecnológica más adecuada para el desarrollo e implementación del repositorio digital, se estableció un marco metodológico que parte directamente de las respuestas a las preguntas orientadoras. Cada una de estas preguntas fundamentales generó requisitos específicos que posteriormente se consolidaron y sistematizaron en tres categorías fundamentales de criterios de evaluación: criterios técnicos, criterios académico-pedagógicos y criterios de accesibilidad y usabilidad.

Criterios técnicos

Los criterios técnicos se refieren a las capacidades y funcionalidades tecnológicas fundamentales que la plataforma debe poseer para soportar efectivamente la implementación del repositorio digital educativo. Estos criterios incluyen:

- **Soporte de contenido enriquecido:** La plataforma debe tener la capacidad de soportar texto con formato avanzado, incluyendo la incorporación de elementos visuales como imágenes de alta calidad, así como la correcta visualización y edición de ecuaciones matemáticas complejas mediante notación LaTeX o sistemas equivalentes. Esta funcionalidad es especialmente crítica en el contexto de los Campos Electromagnéticos, donde la representación precisa de fórmulas matemáticas y diagramas técnicos constituye un componente esencial del material didáctico y pedagógico.
- **Gestión de bases de datos estructuradas:** La herramienta debe ofrecer la funcionalidad de crear y administrar bases de datos relacionales o estructuradas que permitan almacenar, organizar y gestionar de manera eficiente toda la información relacionada con el contenido académico del curso. Esta capacidad es fundamental para implementar la arquitectura de información propuesta, que requiere relaciones complejas entre recursos, temas y metadatos educativos.
- **Accesibilidad multiplataforma:** Debe tratarse de una solución multiplataforma que garantice la accesibilidad universal desde múltiples dispositivos y sistemas operativos. Los usuarios deben poder acceder al repositorio tanto desde navegadores web en computadoras de escritorio y portátiles, como desde aplicaciones móviles nativas en dispositivos smartphones y tabletas con sistemas iOS y Android, manteniendo una experiencia de usuario consistente y funcionalidad completa en todos los contextos de uso.

- **Capacidad de integración con servicios externos:** La plataforma debe contar con capacidades robustas de integración, ya sea nativa o mediante complementos y APIs, con servicios externos ampliamente utilizados en el ámbito educativo. Específicamente, se requiere integración con plataformas de contenido multimedia como YouTube para la incorporación y reproducción de material audiovisual educativo, y con herramientas de aprendizaje interactivo como Quizlet para la creación e inserción de cuestionarios, tarjetas de estudio y otras actividades de repaso y autoevaluación.

Criterios académico-pedagógicos

Los criterios académico-pedagógicos están directamente relacionados con las necesidades educativas, didácticas y de diseño instruccional que debe satisfacer la plataforma para apoyar efectivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura. Estos criterios incluyen:

- **Diseño de rutas de aprendizaje:** La plataforma debe ofrecer la posibilidad de diseñar y establecer rutas de aprendizaje personalizadas o sugeridas, de manera que los estudiantes puedan seguir secuencias estructuradas y progresivas de contenidos que faciliten el avance ordenado a través de los diferentes temas y conceptos del curso. Esta funcionalidad permite implementar estrategias de aprendizaje secuencial y adaptativo, respetando los prerrequisitos conceptuales y la complejidad creciente de las temáticas del curso.
- **Organización jerárquica de contenidos:** Se debe permitir la organización jerárquica multinivel y la categorización sistemática de la información académica, facilitando la clasificación de los contenidos por unidades temáticas, temas específicos y subtemas del plan de estudios establecido en el microcurrículo del curso. Adicionalmente, la plataforma debe permitir la asignación de metadatos educativos como tiempos estimados de estudio, nivel de dificultad, y prerrequisitos conceptuales para cada unidad o recurso, de modo que los estudiantes puedan planificar efectivamente su proceso de aprendizaje y gestionar adecuadamente su tiempo de estudio.
- **Funcionalidades colaborativas e interactivas:** La herramienta debe incorporar funcionalidades que promuevan la interacción social y la colaboración académica entre estudiantes, permitiendo específicamente que puedan publicar comentarios, plantear preguntas, expresar dudas o discutir conceptos relacionados tanto con los contenidos teóricos presentados en los apuntes como con los procedimientos de resolución detallados

en los ejercicios prácticos. Esta dimensión colaborativa es fundamental para construir una comunidad de aprendizaje activa y para implementar estrategias de aprendizaje entre pares.

Criterios de accesibilidad y usabilidad

Los criterios de accesibilidad y usabilidad se enfocan en garantizar que la plataforma sea fácilmente utilizable por todos los estudiantes, independientemente de su nivel de alfabetización digital, experiencia tecnológica previa o recursos económicos disponibles. Estos criterios incluyen:

- **Interfaz intuitiva y curva de aprendizaje reducida:** Debe tratarse de una herramienta cuya interfaz de usuario sea intuitiva, clara y de fácil comprensión, de modo que los estudiantes puedan navegar eficientemente por el repositorio, localizar rápidamente los recursos necesarios y utilizar las diferentes funcionalidades disponibles sin necesidad de una curva de aprendizaje extensa, capacitación técnica especializada o consulta frecuente de manuales de usuario. La reducción de la carga cognitiva asociada al uso de la herramienta permite que los estudiantes concentren sus recursos mentales en el aprendizaje del contenido disciplinar.
- **Diseño visual efectivo:** La plataforma debe presentar un diseño visual claro, limpio y profesionalmente organizado, con una estructura de navegación coherente, jerarquía visual bien definida y elementos gráficos que faciliten la identificación rápida y la diferenciación visual de diferentes tipos de contenidos (apuntes teóricos, ejercicios resueltos, videos, cuestionarios) y secciones dentro del repositorio. Un diseño visual efectivo reduce la desorientación, mejora la fiabilidad de recursos y optimiza la experiencia general del usuario.
- **Accesibilidad económica:** Debe ser una plataforma que ofrezca un plan gratuito o de costo accesible que permita implementar todas las funcionalidades esenciales del repositorio sin generar barreras económicas significativas para los estudiantes ni para la institución educativa. La sostenibilidad económica del proyecto a largo plazo requiere que los costos de licenciamiento, hosting y mantenimiento sean manejables dentro de las limitaciones presupuestarias típicas de contextos educativos universitarios.

La definición exhaustiva de estos criterios de evaluación constituyó el fundamento metodológico para el proceso subsiguiente de análisis comparativo de plataformas, garantizando que la selección final se basara en evidencia objetiva y en la alineación precisa entre las capacidades tecnológicas de cada alternativa y los requisitos funcionales, pedagógicos y de usabilidad del proyecto. El relacionamiento de los criterios de evaluación con las preguntas orientadoras se muestra en la Figura 5.

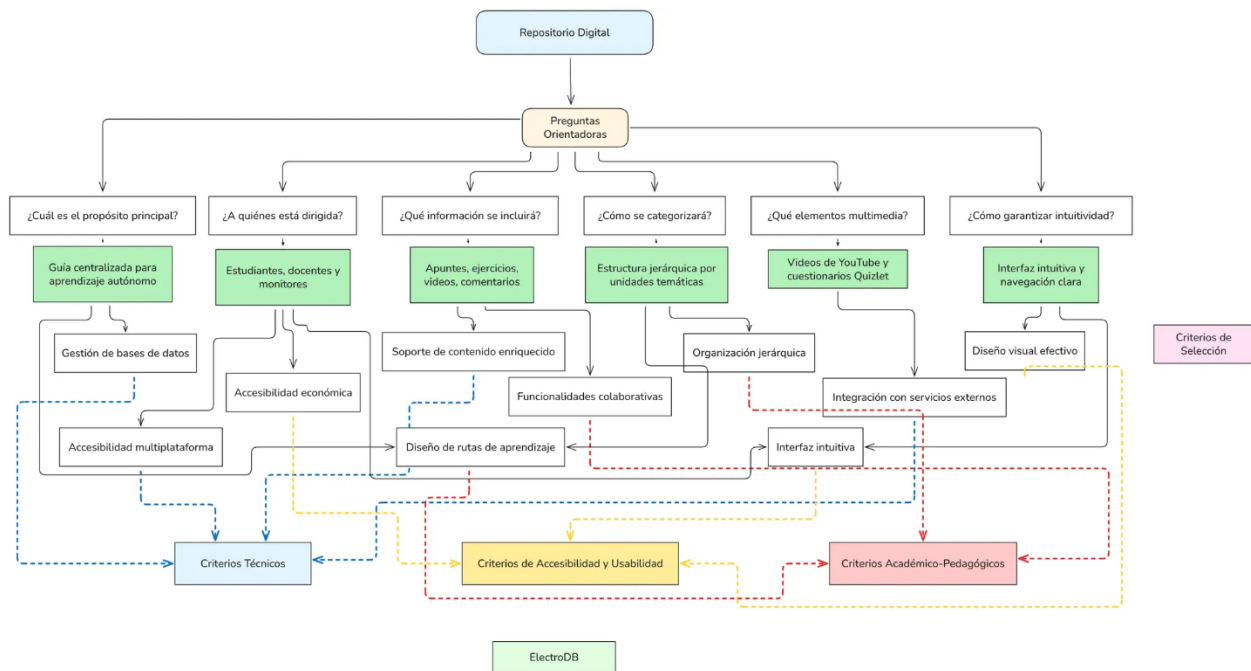


Fig. 5. Flujograma del diseño conceptual.

Selección de la plataforma

Una vez establecidos de manera clara los criterios de elegibilidad que debe cumplir la plataforma tecnológica se procedió a realizar una investigación sistemática de las diferentes aplicaciones y sitios web disponibles en el mercado que potencialmente podrían satisfacer los requisitos previamente establecidos. Para llevar a cabo este proceso de evaluación, se seleccionaron y analizaron algunas de las plataformas más populares utilizadas en el ámbito educativo y de gestión de contenidos académicos, específicamente: Moodle, Google Classroom, Notion, Obsidian y Microsoft Teams en combinación con OneNote.

Antes de realizar la comparación se diseñó una tabla de ponderación en la cual se estableció la importancia de cada uno de los criterios definidos previamente, mediante la asignación de un peso como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de ponderación de criterios.

Categoría de criterio	Peso (%)	Justificación
Criterios técnicos	40%	Fundamentales para garantizar funcionalidad y sostenibilidad técnica
Criterios académicos	35%	Esenciales para cumplir objetivos pedagógicos del repositorio
Criterios de usabilidad	25%	Importantes para garantizar adopción por parte de los estudiantes

Posteriormente, se procedió a elaborar una matriz comparativa detallada, en la cual se establecen y posicionan las diferentes plataformas tecnológicas bajo evaluación en la parte superior de la tabla, mientras que cada uno de los criterios de evaluación se dispone verticalmente en la columna izquierda de la matriz, ver Tabla 2. Para rellenar esta matriz comparativa, se tuvo en cuenta y se evaluó cuidadosamente si cada plataforma cumple o no cumple de manera nativa con el criterio específico bajo análisis, o si alternatively es necesario añadir, instalar o configurar un *plugin* externo (es decir, un programa o extensión de terceros) para poder suplir y satisfacer adecuadamente la necesidad o funcionalidad requerida.

Tabla 2. Cuadro comparativo entre plataformas.

Criterio/ Plataforma	Notion	Moodle	Google Classroom	Obsidian	Microsoft Teams+ OneNote
Texto enriquecido (Imágenes y ecuaciones)	Sí, con soporte básico para ecuaciones LaTeX simple y multimedia.	Sí, amplio soporte para ecuaciones (MathJax), imágenes, archivos.	Sí, pero limitado en ecuaciones.	Sí, con <i>plugins</i> para ecuaciones LaTeX y multimedia.	Sí, OneNote tiene excelente soporte para ecuaciones y multimedia.
Bases de datos/ Organización	Excelente, permite bases de datos relacionales, vistas personalizadas.	Sí, mediante módulos y categorías, pero menos flexible.	Limitado, organización por tareas y temas, no es base de datos propiamente	Sí, mediante enlaces y grafos, pero no es base de datos.	OneNote tiene estructura de cuadernos; Teams organiza por canales.
Multiplataforma (web/móvil)	Sí, con apps nativas y sincronización en tiempo real.	Sí, pero la app móvil es menos completa.	Sí, integración perfecta con Google Workspace.	Sí, pero móvil con funcionalidad reducida.	Sí, aplicaciones nativas para todas las plataformas.
integración con YouTube y Quizlet	Sí, mediante embeds nativos.	Sí, mediante plugins o embeds.	Sí, con integración de YouTube y complementos externos para Quizlet.	Con plugins, pero no nativo.	Sí, mediante embeds en OneNote y complementos en Teams.
Rutas de aprendizaje	Posible mediante bases de datos y enlaces, pero no diseñado para ello.	Sí, mediante secuenciación de actividades y recursos.	Limitado, solo mediante publicación secuencial de materiales.	Mediante enlaces y grafos de conocimiento, no estructurado formalmente.	Se puede estructurar en OneNote, pero no es una función específica.

Criterio/ Plataforma	Notion	Moodle	Google Classroom	Obsidian	Microsoft Teams+ OneNote
jerarquía por temas	Muy flexible, permite organización visual con tablas, listas, etiquetas.	Sí, mediante categorías y módulos temporales.	Sí, por temas y fechas de entrega.	Sí, mediante carpetas y enlaces internos.	Sí, OneNote permite jerarquía profunda; Teams por canales temáticos.
Comentarios y colaboración	Sí, comentarios por bloque y colaboración en tiempo real.	Sí, foros, mensajes y comentarios en actividades.	Sí, comentarios en tareas y <i>stream</i> del aula.	Limitado, más orientado a uso individual, con plugins para colaborar.	Excelente, chat en Teams, comentarios en OneNote, colaboración en tiempo real.
Intuitividad y usabilidad	Alta, interfaz moderna y personalizable.	Moderada, curva de aprendizaje más pronunciada.	Alta, familiar para usuarios de Google.	Baja inicial, requiere conocimiento de <i>markdown</i> y <i>plugins</i> .	Moderada, familiar para usuarios de Office, pero puede ser compleja.
Claridad visual	Muy alta, permite uso de colores, iconos, vistas múltiples.	Moderada, diseño funcional pero menos moderno.	Alta, diseño limpio y minimalista.	Depende del tema y configuración, muy personalizable.	OneNote es muy visual; Teams es más estructurado pero claro.
Costo	Gratis con límites generosos; planes de pago para equipos.	Gratis (open source), pero requiere hosting propio	Gratis con cuenta educativa Google.	Gratis para uso local, plugins premium.	Gratis con licencia educativa de Office 365.
Total	89%	83%	75%	34%	66%

Tras el análisis comparativo detallado de las plataformas evaluadas, se determinó que **Notion** representa la opción más adecuada para la implementación del repositorio digital,

fundamentándose esta decisión en criterios técnicos, académicos y de usabilidad claramente definidos, como a continuación se describe.

Justificación técnica: Notion obtuvo la puntuación más alta 89% en la matriz comparativa, destacándose principalmente por su capacidad para crear y gestionar bases de datos relacionales con vistas personalizadas, característica fundamental para organizar los recursos académicos de manera flexible y eficiente. A diferencia de Google Classroom, que presenta limitaciones significativas en cuanto a organización estructurada de contenidos, o de Obsidian, cuya funcionalidad de base de datos tradicional es limitada, Notion permite establecer relaciones complejas entre diferentes tipos de recursos, facilitando la creación de rutas de aprendizaje y la clasificación multidimensional del material didáctico.

Adicionalmente, Notion proporciona soporte nativo para contenido multimedia y ecuaciones LaTeX básicas, elementos esenciales para una asignatura de ingeniería como Campos Electromagnéticos. Si bien Moodle ofrece un soporte más robusto para ecuaciones mediante MathJax, la complejidad de su configuración y mantenimiento (requiere hosting propio y conocimientos técnicos más avanzados) representa una barrera significativa para su implementación en el contexto de este proyecto.

Justificación académica: Desde la perspectiva de los objetivos pedagógicos del repositorio, Notion permite integrar de manera fluida diversos tipos de recursos educativos. La posibilidad de incorporar embeds nativos de plataformas como YouTube y Quizlet, sin necesidad de plugins externos, facilita la creación de un ecosistema de aprendizaje integrado donde los estudiantes pueden acceder a video-talleres, cuestionarios interactivos y material complementario sin abandonar el entorno del repositorio.

La función de comentarios por bloque y la colaboración en tiempo real de Notion resultan particularmente valiosas para fomentar la interacción entre estudiantes, cumpliendo así con el objetivo específico de promover la colaboración. Aunque Microsoft Teams + OneNote ofrece excelentes capacidades de colaboración, su interfaz más compleja y la necesidad de familiarizarse con múltiples herramientas integradas (Teams para comunicación, OneNote para contenido) podría generar fricción en la adopción inicial por parte de los estudiantes.

Justificación en términos de usabilidad y accesibilidad: Uno de los factores decisivos en la selección de Notion fue su alta intuitividad y claridad visual. La interfaz moderna, personalizable y minimalista de la plataforma facilita la navegación y reduce significativamente la curva de

aprendizaje para los usuarios, aspecto crítico considerando la diversidad de perfiles estudiantiles y niveles de experiencia tecnológica. En contraste, Moodle, aunque robusto en funcionalidades, presenta una curva de aprendizaje más pronunciada y un diseño menos contemporáneo que puede resultar menos atractivo para los estudiantes actuales.

La jerarquía visual que permite Notion mediante el uso de colores, iconos y vistas múltiples (tabla, galería, lista, calendario) proporciona flexibilidad para que cada estudiante adapte la visualización del contenido según sus preferencias de aprendizaje, característica que ninguna de las otras plataformas evaluadas ofrece con el mismo nivel de personalización.

Justificación económica: Finalmente, desde el punto de vista de la sostenibilidad del proyecto, Notion ofrece un plan gratuito con límites generosos que permite implementar todas las funcionalidades esenciales del repositorio sin generar costos para la institución o los estudiantes. Si bien otras opciones como Google Classroom y Microsoft Teams también son gratuitas con licencias educativas, Notion no requiere que los estudiantes utilicen cuentas institucionales específicas, eliminando barreras administrativas de acceso.

En síntesis, la selección de Notion como plataforma base para el repositorio se fundamenta en su equilibrio óptimo entre potencia técnica, flexibilidad académica, facilidad de uso y accesibilidad económica, posicionándola como la herramienta más alineada con los objetivos establecidos para el repositorio digital de la asignatura Campos Electromagnéticos.

*Segunda fase: Investigación y compilación**Recopilación sistemática de recursos**Apuntes*

Como punto de partida metodológico para la construcción del repositorio digital, se utilizó el libro guía oficial de la asignatura, titulado "Notas Breves para un curso de Electromagnetismo", elaborado por el profesor Álvaro Gaviria. La selección de este texto como referencia fundamental se justifica en que el curso se estructura curricularmente en torno a él para desarrollar los contenidos temáticos de las tres unidades principales que componen el programa académico: teoría electromagnética fundamental, campos electromagnéticos estacionarios y campos electromagnéticos dinámicos.

Este material bibliográfico base fue complementado estratégicamente con apuntes de clase recopilados de estudiantes que cursaron previamente la asignatura en semestres anteriores. La combinación de ambas fuentes permitió elaborar un resumen detallado y actualizado de cada sesión magistral contemplada en el programa del curso. Este proceso de síntesis y consolidación de información, ver figura 6, representó una fase crítica del proyecto, ya que implicó no solo la transcripción de contenidos, sino también su reorganización pedagógica, la identificación de conceptos clave y la incorporación de explicaciones complementarias que facilitarán la comprensión autónoma por parte de los estudiantes.

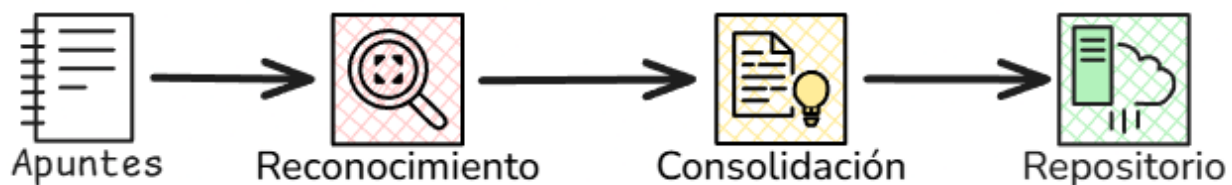


Fig. 6. Proceso de consolidación de contenidos.

El objetivo principal de este material sintetizado es proporcionar acceso ágil y eficiente a los recursos informativos esenciales del curso para el conjunto de estudiantes matriculados en la asignatura. Es importante señalar que este repositorio no pretende sustituir la profundidad teórica ni el rigor conceptual de textos especializados en electromagnetismo o física avanzada, los cuales abundan dada la relevancia de esta área de la física; su propósito es complementario y práctico. No obstante, constituye una base sólida y accesible que permite al estudiante consultar de manera rápida y eficiente conceptos fundamentales, definiciones, formulaciones matemáticas o temas

específicos durante su proceso de aprendizaje autónomo, estudio para evaluaciones, o resolución de ejercicios prácticos.

Adicionalmente, este enfoque de compilación y síntesis responde a una necesidad identificada en el contexto educativo actual: la dispersión de recursos informativos. Los estudiantes frecuentemente enfrentan dificultades para localizar material de estudio confiable y organizado, lo que genera pérdida de tiempo y frustración. El repositorio digital busca centralizar estos recursos en un único espacio estructurado, optimizando así el tiempo de estudio y permitiendo que los estudiantes se enfoquen en la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, en lugar de dedicar esfuerzos a la búsqueda y validación de información.

Ejercicios

La asignatura Campos Electromagnéticos cuenta actualmente con un banco extenso de ejercicios y problemas desarrollados a lo largo de múltiples semestres académicos, abarcando las diferentes unidades temáticas del plan de estudios. Sin embargo, para efectos de la construcción inicial del repositorio digital y considerando las limitaciones temporales inherentes al desarrollo de este trabajo de grado, fue necesario establecer criterios de selección que permitieran identificar un subconjunto representativo de ejercicios para su inclusión prioritaria en la plataforma.

El criterio principal de selección adoptado consistió en priorizar aquellos ejercicios que fueron aplicados en las evaluaciones de los tres semestres académicos más recientes (2024-2, 2025-1 y 2025-2). Esta decisión metodológica se fundamenta en varias consideraciones pedagógicas para los objetivos del proyecto:

1. En primer lugar, estos ejercicios representan una muestra validada del tipo de problemas que los estudiantes deben ser capaces de resolver para demostrar competencia en la asignatura, ya que fueron cuidadosamente diseñados y seleccionados por el profesor titular para evaluar el dominio de conceptos fundamentales y la capacidad de aplicación de los principios electromagnéticos a situaciones concretas.
2. En segundo lugar, el análisis de las soluciones presentadas por los estudiantes en estos exámenes recientes proporcionó información valiosa y actualizada sobre las dificultades conceptuales, errores procedimentales comunes y obstáculos de aprendizaje que enfrentaron los estudiantes al abordar estos problemas. Este

conocimiento empírico sobre las dificultades específicas permite que las soluciones desarrolladas en el repositorio sean particularmente detalladas y pedagógicamente orientadas en aquellos aspectos que históricamente han representado mayores desafíos para los estudiantes.

3. En tercer lugar, la selección de ejercicios recientes garantiza la relevancia y actualidad del material incluido en el repositorio, asegurando que los problemas resueltos reflejen el enfoque pedagógico actual del curso y sean coherentes con el nivel de complejidad y los tipos de situaciones que los estudiantes contemporáneos enfrentarán en sus evaluaciones.

Cada ejercicio seleccionado fue incluido en el repositorio con su solución completamente desarrollada, presentando no solo el resultado final sino un proceso de resolución paso a paso que explicita el razonamiento físico, las estrategias de resolución, la selección y aplicación de fórmulas relevantes, y la interpretación física de los resultados obtenidos. Esta estructura detallada de las soluciones busca proporcionar a los estudiantes un modelo de pensamiento estructurado para abordar problemas electromagnéticos, facilitando el desarrollo de habilidades de resolución autónoma y comprensión profunda de los conceptos aplicados.

Recursos complementarios

Para complementar los apuntes teóricos y los ejercicios resueltos que constituyen el núcleo fundamental del repositorio, se incorporó una selección estratégica de recursos didácticos adicionales que enriquecen las opciones de aprendizaje disponibles para los estudiantes y promueven diferentes modalidades de interacción con los contenidos de la asignatura. Estos recursos complementarios se clasifican en dos categorías principales: contenido audiovisual educativo conocido como video talleres y cuestionarios sobre los apuntes teóricos.

Se anexaron video-talleres desarrollados por los monitores académicos de la asignatura en semestres recientes. Estos materiales videográficos representan sesiones de resolución guiada de problemas electromagnéticos, donde los monitores explican detalladamente los procedimientos de solución, las estrategias de abordaje y los razonamientos físicos subyacentes a ejercicios representativos de diferentes niveles de complejidad. La inclusión de estos videos responde a la diversidad de estilos de aprendizaje entre los estudiantes: mientras algunos aprenden más efectivamente mediante la lectura de soluciones escritas, otros se benefician significativamente de

explicaciones orales visualizadas que les permiten seguir el proceso de razonamiento en tiempo real. Además, el formato audiovisual facilita la repetición selectiva de segmentos específicos que presenten mayor dificultad, permitiendo un aprendizaje adaptado al ritmo individual de cada estudiante.

Respecto a las herramientas de evaluación formativa, se incorporaron conjuntos de tarjetas de estudio (flashcards) creados en la plataforma Quizlet. Estos recursos digitales están diseñados para facilitar la memorización activa y la autoevaluación de conceptos fundamentales, definiciones y relaciones conceptuales básicas del electromagnetismo.

La integración de estos recursos complementarios en el repositorio amplía significativamente el espectro de estrategias de aprendizaje disponibles, transformando el repositorio de una simple colección de documentos estáticos en un ecosistema educativo multimodal que reconoce y atiende la diversidad de necesidades, preferencias y estilos de aprendizaje presentes en la población estudiantil contemporánea.

Tercera fase: Implementación

El repositorio digital fue implementado en la plataforma Notion y se encuentra disponible públicamente en el siguiente enlace: [ElectroDB](#)

Una vez seleccionada Notion como plataforma tecnológica para el desarrollo del repositorio, se procedió a la fase de implementación técnica, que consistió en traducir los requisitos conceptuales y pedagógicos previamente definidos en una estructura funcional y navegable. Este proceso de implementación se fundamentó en los principios de diseño instruccional, arquitectura de información y experiencia de usuario establecidos durante la fase de diseño conceptual, con el objetivo de crear un espacio digital que no solo almacenara contenidos, sino que facilitara activamente el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La estructura del repositorio se diseñó siguiendo una arquitectura jerárquica multinivel que permite tanto la navegación exploratoria como el acceso directo a recursos específicos. La página principal del repositorio funciona como punto de entrada centralizado que proporciona a los estudiantes una visión general del contenido disponible y múltiples rutas de acceso a los materiales según sus necesidades de aprendizaje.

La organización estructural del repositorio se compone de los siguientes elementos arquitectónicos fundamentales:

Página principal

La página de inicio, Figura 7, incorpora una sección introductoria diseñada específicamente para orientar a los usuarios nuevos y establecer expectativas claras sobre el propósito y las capacidades del repositorio. Esta sección de introducción, presentada en formato de *callout*² destacado visualmente, comunica de manera concisa los objetivos educativos del repositorio, describe los tipos de recursos disponibles, y enfatiza el carácter colaborativo de la plataforma.

Para usuarios que acceden por primera vez a Notion o que tienen experiencia limitada con la plataforma, se incluyó una página subsidiaria titulada "Navegación por Notion" que proporciona instrucciones básicas de uso, explicaciones sobre la funcionalidad de comentarios, y orientación sobre cómo aprovechar las diferentes vistas y filtros disponibles en las bases de datos del repositorio. Esta documentación introductoria reduce significativamente la barrera de entrada

² Bloque de texto resaltado, funciona para llamar la atención.

tecnológica y garantiza que todos los estudiantes, independientemente de su nivel de alfabetización digital, puedan utilizar efectivamente el repositorio.

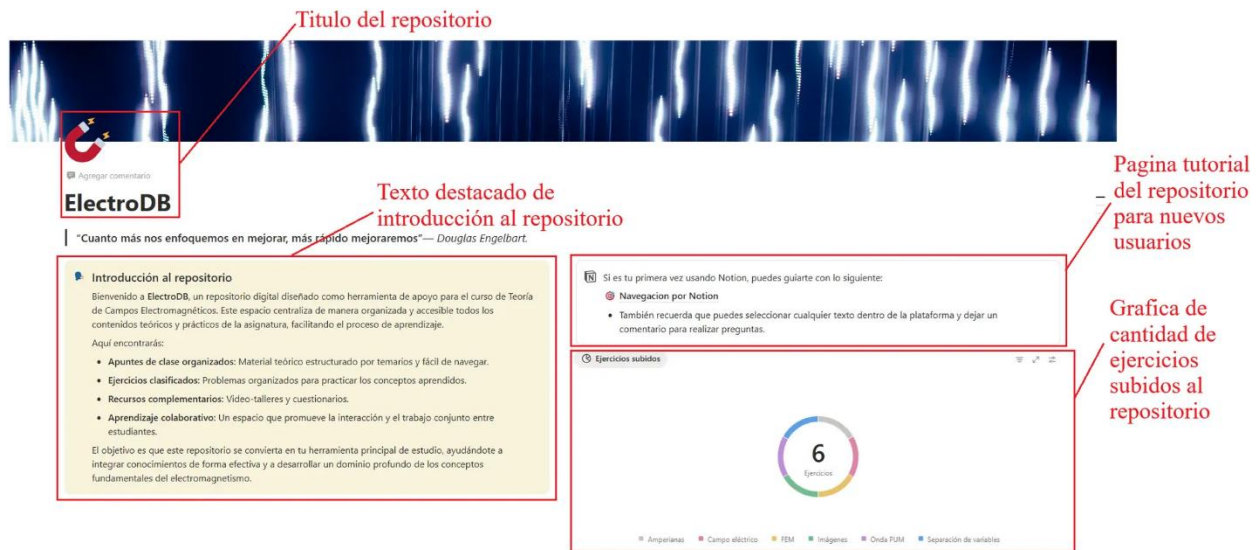


Fig. 7. Página principal del repositorio.

Organización de apuntes de clase

Los apuntes teóricos constituyen uno de los pilares fundamentales del repositorio y se organizaron mediante una base de datos estructurada de Notion que permite múltiples formas de visualización y acceso. Esta base de datos, denominada "Apuntes de clase", incorpora las características arquitectónicas y funcionales que se muestran en la Figura 8 en los recuadros de color rojo.

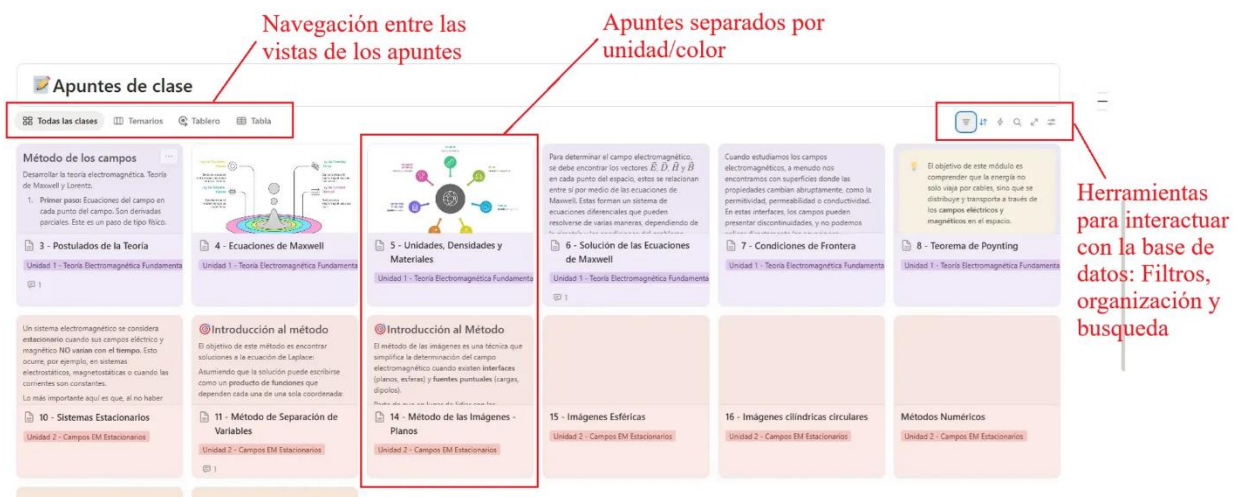


Fig. 8. Vista principal de base de datos de apuntes.

Estructura de propiedades

Cada entrada en la base de datos de apuntes incluye campos de metadatos³ que permiten su clasificación y recuperación eficiente. Las propiedades implementadas incluyen:

- **Título del apunte:** Identifica de manera clara y concisa el tema principal abordado en cada sesión de clase.
- **Unidad temática:** Clasifica el apunte según corresponda a alguna de las tres unidades principales del programa de la asignatura, mediante selección desde una lista predefinida que garantiza consistencia en la categorización.
- **Número de sesión:** Asigna un identificador numérico secuencial que mantiene coherencia con el desarrollo cronológico del curso y facilita la navegación temporal por los contenidos.
- **Fecha de clase:** Registra la fecha programada en que se impartió o se impartirá el contenido correspondiente, permitiendo a los estudiantes ubicar temporalmente los temas en el calendario académico.
- **Estado de verificación:** Indica mediante etiquetas de estado si el contenido del apunte ha sido revisado y validado por el profesor titular de la asignatura, proporcionando a los estudiantes información sobre la fiabilidad y completitud del material.
- **Cuestionario:** Campo de tipo casilla de verificación que indica si el apunte correspondiente cuenta con un cuestionario de autoevaluación asociado en la plataforma Quizlet.
- **Ejercicios:** Campo relacional que vincula cada apunte con ejercicios prácticos correspondientes, permitiendo a los estudiantes identificar inmediatamente qué problemas resueltos refuerzan los conceptos de cada sesión.

En la Figura 9, a manera de ilustración, se muestran de manera detallada las propiedades implementadas para una de las sesiones.

³ Propiedades que poseen las bases de datos.



Fig. 9. Propiedades de los apuntes.

Vistas

Para adaptarse a diferentes preferencias de aprendizaje y contextos de uso, la base de datos de apuntes se configuró con tres vistas predefinidas que los estudiantes pueden alternar según sus necesidades:

- *Vista "Todas las clases"*: Presenta una visualización en formato de galería que muestra todos los apuntes disponibles ordenados cronológicamente, permitiendo una navegación secuencial que refleja el desarrollo progresivo del curso.
- *Vista "Temarios"*: Agrupa los apuntes por unidad temática y subtema, facilitando el acceso temático cuando el estudiante busca contenidos sobre un concepto específico independientemente de cuándo fue presentado en el curso.
- *Vista "Tablero"*: Organiza los apuntes en un formato Kanban que permite visualizar el estado de completitud y verificación de los diferentes recursos, especialmente útil durante el desarrollo del repositorio.

Formato interno de los apuntes

Cada página de apunte individual sigue una estructura estandarizada que incluye: El desarrollo teórico organizado con encabezados jerárquicos que reflejan la estructura conceptual del contenido, ecuaciones fundamentales presentadas en formato LaTeX para garantizar precisión matemática, diagramas o figuras explicativas cuando son necesarios para la comprensión visual de conceptos abstractos, y referencias cruzadas a ejercicios relacionados que permiten al estudiante aplicar inmediatamente los conceptos estudiados. Al final de cada página de apunte individual, cuando el contenido teórico correspondiente lo amerita, se incorpora un enlace directo al cuestionario de autoevaluación desarrollado en la plataforma Quizlet. Esta integración se implementa mediante un *embed*⁴ interactivo que permite a los estudiantes acceder inmediatamente a las tarjetas de estudio sin necesidad de abandonar el entorno del repositorio, ver Figura 10, manteniendo así la continuidad de la experiencia de aprendizaje.

Ley de Coulomb-Gauss

- Para cualquier superficie cerrada de dos caras, S , la cual no tiene que coincidir con la de un cuerpo, que encierra una carga libre, Q , cuyo estado de movimiento es arbitrario, se cumple:
 - $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q$
 - Forma puntual: $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$
- Esta ecuación se basa en la ley de Coulomb, el teorema vectorial de Gauss y un modelo macroscópico de la polarización de los medios materiales.

Ley de Faraday-Henry

- Para cualquier curva cerrada, c , que no tiene que coincidir con un hilo conductor, se cumple:
 - $\oint_c \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_s \vec{B} \cdot d\vec{A}$
 - Forma puntual: $\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
- Esta ecuación se basa en la ley de inducción de Faraday-Henry y la ley de Lenz.

En esta ley se basan aplicaciones importantes como generadores y motores eléctricos.

Ley de Ampère-Gauss

- En cualquier superficie cerrada de dos caras, S , que no tiene que coincidir con la de un cuerpo:
 - $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$
 - Forma puntual: $\nabla \cdot \vec{B} = 0$
- Esta ecuación se basa en la ley de Ampere para la fuerza entre corrientes eléctricas, la cual se basa en la inexistencia de los monopolos magnéticos y el teorema vectorial de Gauss.

Ley de Ampère-Maxwell

Comentarios adicionales

Orlando Jose Salazar Polo 22/12/2025
Es aquella en la que para pasar de una cara a otra hay que atravesar la superficie. Una cinta de Moebius sería una superficie de una sola cara.

Orlando Jose Salazar Polo 22/12/2025
Esto se refiere a que la superficie a estudiar no necesariamente tiene que ser la de un objeto material, esta superficie puede ser una esfera imaginaria al rededor de un imán y la ley se cumple.

Fig. 10. Formato interno de los apuntes.

⁴ Inserción de contenido web.

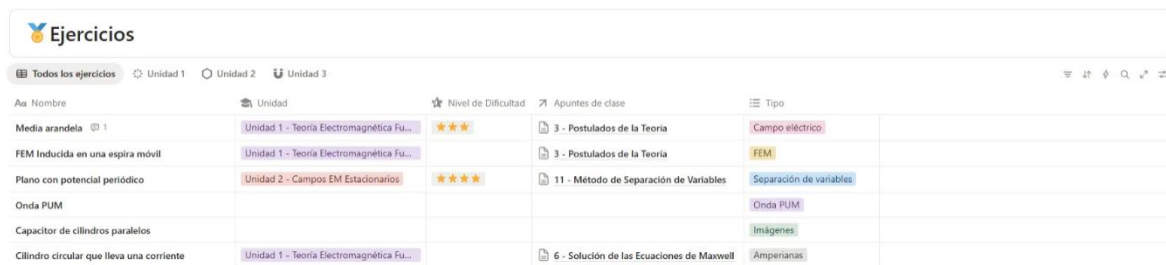
Organización de ejercicios resueltos

La sección de ejercicios constituye el componente práctico esencial del repositorio, diseñado para facilitar el desarrollo de habilidades de resolución de problemas electromagnéticos. Los ejercicios se organizaron en una base de datos independiente denominada "Ejercicios" que permite clasificación multidimensional y búsqueda eficiente según diversos criterios, ver Figura 11. La estructura implementada para la organización de ejercicios incluye los siguientes elementos:

Estructura de propiedades

Cada ejercicio en la base de datos incluye metadatos detallados que facilitan su localización y selección apropiada por parte de los estudiantes. Las propiedades implementadas comprenden:

- **Conceptos principales involucrados:** Mediante etiquetas múltiples que permiten filtrar ejercicios por tema específico, los estudiantes pueden localizar problemas que aborden conceptos electromagnéticos particulares de su interés.
- **Nivel de dificultad:** Clasificado en básico, intermedio o avanzado según la complejidad conceptual y matemática del problema, esta propiedad facilita la práctica progresiva adaptada al nivel de dominio del estudiante.
- **Descripción breve del problema:** Permite identificar rápidamente el contenido del ejercicio sin necesidad de abrir el ejercicio completo, facilitando la búsqueda y selección de problemas relevantes.
- **Estado de verificación de la solución:** Indica mediante etiquetas si la solución presentada ha sido revisada y validada por el profesor titular o por los monitores académicos, proporcionando información sobre la fiabilidad del contenido.



Nombre	Unidad	Nivel de Dificultad	Apuntes de clase	Tipo
Media arandela	Unidad 1 - Teoría Electromagnética Fu...	★ ★ ★	3 - Postulados de la Teoría	Campo eléctrico
FEM Inducida en una espira móvil	Unidad 1 - Teoría Electromagnética Fu...		3 - Postulados de la Teoría	FEM
Plano con potencial periódico	Unidad 2 - Campos EM Estacionarios	★ ★ ★ ★	11 - Metodo de Separación de Variables	Separación de variables
Onda PUM				Onda PUM
Capacitor de cilindros paralelos				Imágenes
Cilindro circular que lleva una corriente	Unidad 1 - Teoría Electromagnética Fu...		6 - Solución de las Ecuaciones de Maxwell	Amperianas

Fig. 11. Base de datos de ejercicios.

Vistas

Similar a la base de datos de apuntes, se implementaron múltiples vistas que facilitan diferentes estrategias de acceso a los ejercicios:

- *Vista "Todos los ejercicios"*: Muestra la colección completa en formato de lista.
- *Vistas filtradas por unidad temática*: Permiten acceder específicamente a ejercicios de cada una de las tres unidades principales del curso.

Formato interno de los ejercicios

Cada ejercicio resuelto en el repositorio sigue una estructura pedagógica estandarizada que maximiza su valor educativo y facilita el aprendizaje progresivo de los estudiantes. La estructura comienza con el enunciado completo del problema, presentado exactamente como apareció en su contexto original, lo cual permite a los estudiantes familiarizarse con las diferentes formas de formulación que pueden encontrar en evaluaciones reales. A continuación, se incluye una sección de análisis conceptual donde se identifican explícitamente los principios físicos relevantes, las ecuaciones fundamentales que se aplicarán, y las estrategias de resolución apropiadas, preparando así el terreno conceptual antes de proceder con la manipulación matemática. El núcleo de cada solución consiste en un desarrollo paso a paso donde cada paso se justifica conceptualmente, se explicitan las suposiciones realizadas, se presentan los cálculos con suficiente detalle para que puedan ser replicados por el estudiante, y se incluyen comentarios aclaratorios sobre decisiones metodológicas o puntos que históricamente han generado dificultades a los estudiantes. Cuando el ejercicio resuelto corresponde a un problema que ha sido explicado en detalle en alguno de los video-talleres desarrollados por los monitores académicos, se incorpora al final de la página del ejercicio un enlace directo al video correspondiente mediante la funcionalidad de *embed* de YouTube que proporciona Notion. Al visualizar el video dentro del mismo entorno del repositorio, sin necesidad de abandonar la plataforma Notion ni interrumpir el flujo de estudio, se reduce significativamente la fricción cognitiva asociada con la transición entre diferentes herramientas y contextos digitales. Esta integración fluida mantiene al estudiante inmerso en su sesión de estudio, facilitando la comparación inmediata entre la solución escrita y la presentación en video, y permitiendo una experiencia de aprendizaje más coherente y menos fragmentada.

Funcionalidades colaborativas

Para fomentar la colaboración entre estudiantes, se aprovecharon las capacidades colaborativas nativas de Notion:

Se instruyó a los usuarios en el uso del sistema de comentarios de Notion, que permite añadir observaciones, preguntas o discusiones vinculadas a bloques específicos de contenido. Los estudiantes pueden seleccionar cualquier texto en un apunte o en la solución de un ejercicio y añadir un comentario, facilitando la discusión contextualizada de conceptos específicos. Los comentarios son visibles para todos los usuarios con acceso al repositorio, lo que promueve el aprendizaje entre pares y la construcción colectiva de conocimiento.

Además, múltiples usuarios pueden acceder simultáneamente al repositorio, lo que permite sesiones de estudio colaborativo donde grupos de estudiantes navegan juntos por los materiales, discuten conceptos y resuelven problemas colectivamente, ver ejemplo en Figura 12.

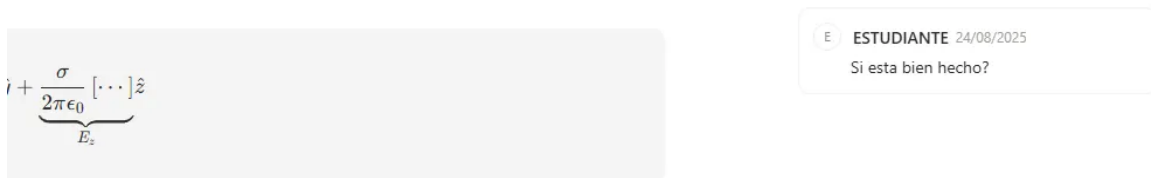


Fig. 12. Comentarios en Notion.

Este proceso de implementación resultó en una primera versión funcional del repositorio que integra de manera coherente todos los elementos estructurales, funcionales y visuales definidos durante la fase de diseño conceptual, proporcionando a los estudiantes del curso de Campos Electromagnéticos un espacio centralizado, organizado e intuitivo para apoyar su proceso de aprendizaje.

Cuarta fase: Pruebas y evaluación

En la propuesta inicial del proyecto se había contemplado una actividad de "Validación" que incluiría pruebas con usuarios reales (estudiantes del curso) para evaluar la funcionalidad, usabilidad y utilidad percibida del repositorio implementado. Sin embargo, debido a la convergencia entre el calendario académico y las fechas de entrega del presente trabajo de grado, el semestre correspondiente al curso de Campos Electromagnéticos aún no había iniciado al momento de finalizar este proyecto, lo cual imposibilitó la realización de pruebas piloto con la población objetivo dentro del marco temporal establecido.

Por lo anterior, las pruebas se realizaron en una modalidad de verificación mediante revisión experta a cargo del profesor responsable de la asignatura. Esta revisión confirmó la coherencia del contenido del repositorio con el temario del curso y validó el nivel de profundidad apropiado. Además, permitió identificar ajustes necesarios y asegurar la consistencia conceptual. Como trabajo futuro, se propone realizar una evaluación con estudiantes para medir la experiencia de uso, la adopción y el impacto percibido.

Además de la verificación de su corrección conceptual y técnica mediante revisión experta, en esta fase se realizó el poblamiento sistemático del repositorio con contenidos.

Proceso de poblamiento

La implementación técnica de la estructura del repositorio se complementó con un proceso sistemático de poblamiento de contenido que siguió los siguientes pasos:

1. Migración del material existente desde sus formatos originales al formato de páginas de Notion, manteniendo la fidelidad del contenido mientras se aprovechaban las capacidades de hipertexto y multimedia de la plataforma.
2. Estandarización del formato de presentación según las plantillas definidas para apuntes y ejercicios, garantizando consistencia visual y estructural a lo largo de todo el repositorio.
3. Incorporación de metadatos completos para cada recurso, asegurando que todos los campos de las bases de datos estuvieran adecuadamente completados para permitir filtrado y búsqueda efectivos.
4. Verificación técnica de la correcta visualización de ecuaciones LaTeX, imágenes, *embeds* de video y otros elementos multimedia en diferentes dispositivos y navegadores.

5. Creación de referencias cruzadas entre contenidos relacionados, enlaces desde apuntes teóricos hacia ejercicios que aplican esos conceptos, o desde ejercicios hacia las secciones teóricas relevantes.

Proceso de verificación

Esta verificación se estructuró mediante una matriz de evaluación, ver Tabla 3, que contempló seis criterios fundamentales:

- Coherencia con el temario oficial del curso
- Precisión conceptual de definiciones y formulaciones matemáticas
- Claridad expositiva en la presentación de contenidos
- Adecuación pedagógica de las estrategias didácticas implementadas
- Funcionalidad técnica de los elementos interactivos y multimedia
- Completitud del contenido incluyendo metadatos y referencias cruzadas

Cada criterio fue evaluado mediante métodos específicos de revisión que permitieron identificar fortalezas y áreas de mejora del repositorio.

Para efectos de consulta y verificación del material, el repositorio se dejó disponible públicamente en: [ElectroDB](#)

Tabla 3. Matriz de verificación.

Criterio de Verificación	Aspectos Evaluados	Método de Verificación	Estado
Coherencia con el temario oficial	-Correspondencia con objetivos del curso -Cobertura de unidades temáticas -Alineación con contenidos programáticos	Revisión por profesor de la asignatura	☒
Precisión conceptual	-Exactitud de definiciones y teoremas -Corrección de ecuaciones y formulaciones -Validez de demostraciones matemáticas	Revisión técnica de contenidos	☒
Claridad expositiva	-Estructura lógica de presentación -Uso apropiado de ejemplos -Lenguaje accesible y preciso	Evaluación pedagógica del material	☒
Adecuación pedagógica	-Estrategias de presentación efectivas -Secuenciación de contenidos -Recursos de apoyo apropiados	Análisis de estrategias didácticas implementadas	☒
Funcionalidad Técnica	-Correcta visualización de ecuaciones LaTeX -Funcionamiento de embeds multimedia -Navegación entre referencias cruzadas	Pruebas técnicas en múltiples dispositivos	☒
Compleitud del contenido	-Metadatos completos en bases de datos -Consistencia de formato en recursos -Enlaces y referencias funcionales	Revisión sistemática del repositorio	☒

Quinta fase: Entrega y documentación

Durante esta fase final del proyecto se desarrolló el presente informe, el cual documenta de manera sistemática todas las actividades realizadas a lo largo de las cinco fases metodológicas. Este informe no solo constituye un requisito académico formal, sino también un registro exhaustivo del proceso de diseño, implementación y verificación del repositorio digital, proporcionando una base documental que facilita la comprensión integral del proyecto y permite su replicación o adaptación en contextos educativos similares.

Paralelamente, se implementó un sistema de gestión de tareas utilizando la propia plataforma Notion, lo cual resultó especialmente pertinente dado que el objeto de estudio del proyecto era precisamente esta herramienta. Esta aplicación práctica en dos sentidos (gestión de tareas y creación del repositorio) permitió experimentar directamente las capacidades de Notion como plataforma de gestión de proyectos académicos, validando en la práctica las ventajas identificadas durante la revisión bibliográfica.

El espacio de trabajo en Notion se estructuró como una base de datos sencilla de gestión de tareas, en la cual cada fase se descompuso en tareas específicas con estados de avance (Pendiente, En progreso, Verificada y Completada), fechas límite y prioridades. Esto facilitó la visualización en un cronograma general para el cumplimiento de hitos. Cada vez que una tarea era completada, pasaba a la etapa de verificación para que el asesor pudiera revisarla, realizar la retroalimentación y devolverla para hacer los ajustes correspondientes o finalizarla. Además, desde este mismo espacio de trabajo se consolidaron las primeras bases bibliográficas del repositorio, ya que los recursos implementados pasaron por revisión antes de ser incorporados.

Esta estrategia de gestión demostró en la práctica el valor de Notion como herramienta colaborativa, reforzando la justificación de su selección como plataforma base para el repositorio educativo. La experiencia directa de utilizar Notion para la coordinación académica entre estudiante y asesor proporcionó perspectivas adicionales sobre sus ventajas (inmediatez de la colaboración, transparencia del proceso, reducción de intercambios por correo electrónico) y algunas limitaciones (dependencia de conectividad, curva de aprendizaje inicial), enriqueciendo la comprensión del contexto de uso que se buscaba replicar para los estudiantes del curso de Campos Electromagnéticos.

V. ANALISIS DE RESULTADOS

Producto final obtenido

El resultado tangible de este proyecto es un repositorio digital integral implementado en Notion, diseñado específicamente para centralizar y organizar los recursos educativos del curso de Campos Electromagnéticos. El repositorio se estructura en torno a dos bases de datos relacionales principales que conforman el núcleo funcional del sistema:

- **Base de datos de Apuntes Teóricos:** Contiene 20 entradas completamente desarrolladas que cubren los contenidos conceptuales fundamentales del curso. De estas, 15 páginas incorporan cuestionarios interactivos que permiten a los estudiantes autoevaluar su comprensión de los conceptos presentados, facilitando el aprendizaje activo y la identificación de áreas que requieren refuerzo adicional.
- **Base de datos de Ejercicios Prácticos:** Comprende aproximadamente 25 entradas que presentan problemas resueltos y ejercicios propuestos, organizados temáticamente y vinculados con los apuntes teóricos correspondientes mediante un sistema de relaciones bidireccionales que facilita la navegación contextual entre teoría y práctica.

Ambas bases de datos están interconectadas mediante relaciones bidireccionales que permiten a los estudiantes navegar fluidamente desde los conceptos teóricos hacia sus aplicaciones prácticas y viceversa, creando una red de conocimiento integrada. Cada recurso está enriquecido con metadatos educativos, incluyendo tema, subtema, tipo de contenido y nivel de dificultad, lo que permite múltiples estrategias de búsqueda y filtrado adaptadas a diferentes necesidades de estudio.

El repositorio incorpora elementos multimedia estratégicos, incluyendo ecuaciones renderizadas en LaTeX para expresiones matemáticas complejas, imágenes explicativas de conceptos físicos, diagramas y *embeds* de videos complementarios. La interfaz de usuario implementa un sistema de navegación multinivel que incluye una página principal de acceso, vistas filtradas predefinidas en cada base de datos, y un sistema de iconos visuales que facilita la identificación rápida de tipos de contenido.

Técnicamente, el repositorio demuestra capacidades funcionales completas en términos de visualización multiplataforma (verificado en navegadores de escritorio y dispositivos móviles),

renderizado correcto de notación matemática, funcionamiento de elementos interactivos y sistema de referencias cruzadas. La estructura modular implementada permite la expansión futura del repositorio mediante la adición de nuevos recursos sin requerir modificaciones estructurales significativas.

Observaciones significativas

Durante el proceso de implementación y verificación del repositorio emergieron varios descubrimientos relevantes que enriquecen la comprensión del potencial y las limitaciones de Notion como plataforma educativa:

- **Importancia crítica de los componentes multimedia:** Se identificó que la integración estratégica de elementos visuales, ecuaciones renderizadas y videos complementarios no constituye simplemente un elemento decorativo, sino un factor fundamental para la comprensión de conceptos abstractos en electromagnetismo. Los estudiantes se benefician significativamente de representaciones visuales de campos vectoriales, líneas de fuerza y fenómenos electromagnéticos que difícilmente pueden conceptualizarse únicamente mediante texto.
- **Accesibilidad y criterios de usabilidad:** Se confirmó que Notion satisface criterios fundamentales de usabilidad que contribuyen a la experiencia del usuario. La interfaz intuitiva de la plataforma permite que los estudiantes naveguen naturalmente por el contenido sin requerir capacitación extensiva, con controles claramente identificables. El diseño visual efectivo implementado en el repositorio, incluyendo el uso estratégico de iconos, jerarquía tipográfica y espaciado apropiado, facilita la lectura y la identificación rápida de diferentes tipos de contenido. Adicionalmente, se identificaron áreas de mejora potencial en términos de contraste de colores y opciones de personalización de fuente para usuarios con necesidades visuales específicas.
- **Dependencia de conectividad:** Como plataforma basada en la nube, Notion requiere conexión a internet para acceso completo a sus funcionalidades. Aunque existe una aplicación de escritorio con capacidades limitadas de trabajo sin conexión, esta dependencia constituye una limitación potencial en contextos donde la conectividad no es confiable.
- **Potencial para el aprendizaje colaborativo:** Un resultado emergente significativo del proyecto es la identificación del potencial del repositorio para promover el aprendizaje entre

pares y la construcción colectiva del conocimiento. Las funcionalidades colaborativas inherentes a Notion abren posibilidades pedagógicas adicionales que incluyen espacios de comentarios contextuales donde los estudiantes pueden discutir conceptos específicos y resolver dudas colaborativamente, la posibilidad de permitir contribuciones estudiantiles con resúmenes propios y soluciones alternativas que transformen el repositorio en una base de conocimiento viva, y la facilitación de grupos de estudio virtuales que utilicen páginas específicas como puntos de encuentro para sesiones colaborativas combinando el material oficial con anotaciones personales.

Este potencial colaborativo representa una dirección prometedora para desarrollos futuros del repositorio, alineándose con pedagogías contemporáneas que enfatizan el aprendizaje social y la co-construcción de conocimiento en comunidades académicas.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El repositorio digital desarrollado representa una solución integral que aborda efectivamente las necesidades de organización, acceso y consulta de materiales educativos para el curso de Campos Electromagnéticos. Su implementación proporcionará a los estudiantes una herramienta centralizada que facilitará su proceso de aprendizaje autónomo, la planificación de su estudio y la comprensión de las relaciones entre conceptos teóricos y aplicaciones prácticas. El proyecto demuestra el potencial de las plataformas digitales modernas como Notion para transformar la gestión de recursos académicos y mejorar la experiencia educativa.

El diseño conceptual implementado demostró ser altamente apropiado para las necesidades del proyecto. La elección de bases de datos relacionales como estructura fundamental permitió crear un sistema flexible y escalable que facilita tanto la navegación intuitiva como el filtrado avanzado de contenidos. Las decisiones de diseño, incluyendo el sistema de iconos, la estructura de columnas y el uso estratégico de elementos interactivos, contribuyeron a crear una experiencia de usuario coherente y eficiente.

La implementación técnica del repositorio integró exitosamente todos los materiales existentes en formato digital unificado. Se verificó en múltiples dispositivos la correcta

visualización de ecuaciones LaTeX, funcionalidad multimedia y sistema de referencias cruzadas. El resultado es una plataforma robusta y accesible que centraliza los recursos del curso.

El proceso de verificación confirmó que el repositorio cumple con estándares académicos rigurosos. La validación de la coherencia temática, precisión conceptual y adecuación pedagógica por parte del profesor responsable del curso garantiza que el material está correctamente alineado con los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

Recomendaciones

Implementación de metadatos

Para facilitar la planificación del estudio y la gestión del tiempo por parte de los estudiantes, se identificaron varios metadatos educativos adicionales que, aunque no fueron implementados en la versión inicial del repositorio por limitaciones de tiempo y alcance del proyecto, se consideran valiosos para futuras iteraciones. Estos elementos complementarios incluyen:

- **Estimaciones de tiempo de estudio:** Indicadores aproximados del tiempo requerido para estudiar cada apunte o resolver cada ejercicio, lo cual permitiría a los estudiantes planificar sus sesiones de estudio de manera más efectiva y distribuir su carga académica de forma realista.
- **Prerrequisitos conceptuales explícitos:** Identificación clara de los conocimientos previos necesarios para abordar cada tema específico, facilitando que los estudiantes evalúen su preparación antes de enfrentar contenidos más avanzados y puedan reforzar conceptos fundamentales cuando sea necesario.
- **Rutas de aprendizaje sugeridas:** Secuencias de estudio recomendadas que guíen a los estudiantes a través de una progresión lógica y pedagógicamente óptima de los contenidos, especialmente útil para aquellos que deseen realizar estudio autodirigido o necesiten recuperar temas atrasados.
- **Indicadores de complejidad matemática:** Clasificación del nivel de matemáticas requerido para cada ejercicio o sección teórica, permitiendo a los estudiantes identificar contenidos que puedan requerir revisión previa de herramientas matemáticas específicas.

Estos elementos fueron conceptualizados durante la fase de diseño del repositorio y su incorporación se recomienda como mejora prioritaria en desarrollos futuros, dado su potencial para

incrementar significativamente la utilidad del repositorio como herramienta de autogestión del aprendizaje.

Validación con usuarios

Se recomienda enfáticamente realizar una evaluación con estudiantes una vez que el repositorio esté en uso activo durante un semestre académico completo. Esta validación permitirá recopilar retroalimentación genuina sobre la experiencia de usuario, identificar patrones de uso reales, medir la utilidad percibida y detectar áreas de mejora desde la perspectiva de los beneficiarios directos. Los aspectos específicos por evaluar deberían incluir: facilidad de navegación, efectividad del sistema de búsqueda y filtrado, utilidad del material para la preparación de exámenes, y satisfacción general con la plataforma.

Expansión a otros cursos

Dado el éxito en el diseño y verificación del repositorio para Campos Electromagnéticos, se recomienda considerar la replicación de este modelo para otros cursos del programa académico, especialmente aquellos con componentes matemáticos y teórico-prácticos significativos. La estructura modular y escalable desarrollada permite su adaptación a diferentes contextos temáticos con ajustes mínimos.

REFERENCIAS

- [1] M. S. M. G. RAMIREZ MONTOYA FERNANDO JORGE, *CONEXION DE REPOSITORIOS EDUCATIVOS DIGITALES: educonector.info*. S.l.: LULU COM, 2013.
- [2] V. Rodríguez-Aguilar, A. Escudero-Nahón, y S. L. Canchola-Magdaleno, «Repositorios en la educación: Una revisión sistemática de la literatura científica», *EduTec Rev. Electrónica Tecnol. Educ.*, n.º 79, pp. 95-112, mar. 2022, doi: 10.21556/edutec.2022.79.2083.
- [3] «B1 Generico. Contenidos Digitales», CATEDU.
- [4] J. C. Richardson, D. Castellanos Reyes, S. Janakiraman, y M. S. U. Duha, «The Process of Developing a Digital Repository for Online Teaching Using Design-Based Research», *TechTrends Lead. Educ. Train.*, vol. 67, n.º 2, pp. 217-230, 2023, doi: 10.1007/s11528-022-00795-w.
- [5] F. F. Borges, J. A. Teixeira, y S. O. Acedo, «Uso de repositórios de recursos educacionais abertos nas práticas pedagógicas: uma revisão sistemática», *Rev. Latinoam. Tecnol. Educ. - RELATEC*, vol. 19, n.º 2, pp. 115-133, dic. 2020, doi: 10.17398/1695-288X.19.2.115.
- [6] A. M. Pinto Llorente, V. Basilotta Gómez-Pablos, y V. Izquierdo Álvarez, «La mejora del aprendizaje y el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios a través de la colaboración», *Rev. Lusófona Educ.*, p. v. 45 n. 45 (2019): REVISTA LUSÓFONA DE EDUCAÇÃO, ene. 2020, doi: 10.24140/ISSN.1645-7250.RLE45.17.
- [7] P. C. Muñoz-Carril, N. Hernández-Sellés, y M. González-Sanmamed, «Factores clave para el éxito del aprendizaje colaborativo en línea en la educación superior: percepciones del alumnado», *RIED-Rev. Iberoam. Educ. Distancia*, vol. 27, n.º 2, abr. 2024, doi: 10.5944/ried.27.2.39093.
- [8] A. R. Lizcano-Dallos, M. D. P. Vargas-Daza, y J. W. Barbosa-Chacón, «COLLABORATIVE LEARNING AND TECHNOLOGIES IN HIGHER EDUCATION. CHARACTERISTICS, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES FOR ITS IMPLEMENTATION», presentado en 11th International Conference on Education and New Learning Technologies, Palma, Spain, jul. 2019, pp. 7713-7719. doi: 10.21125/edulearn.2019.1866.
- [9] Instituto Tecnológico Universitario Cordillera, P. A. Espinosa Cevallos, N. E. Saltos Zambrano, y Instituto Superior Universitario Japón, «Plataformas de Aprendizaje Colaborativo en Línea y su Impacto en las Habilidades Sociales», *Dominio Las Cienc.*, vol. 10, n.º 3, pp. 401-410, jul. 2024, doi: 10.23857/dc.v10i3.3931.
- [10] A. Bach y F. Thiel, «Collaborative online learning in higher education—quality of digital interaction and associations with individual and group-related factors», *Front. Educ.*, vol. 9, p. 1356271, nov. 2024, doi: 10.3389/educ.2024.1356271.
- [11] Elizabeth Aguiar Chacón, «¿Que es una plataforma educativa?», iseazy. [En línea]. Disponible en: <https://www.iseazy.com/es/glosario/plataforma-educativa/>
- [12] InnoversIA, «Tendencias en Tecnología Educativa 2025: Claves para el Futuro del Aprendizaje.» [En línea]. Disponible en: <https://innoversia.net/tendencias-actuales-tecnologia-educativa/>
- [13] Ankita Mittal, «Mercado de tecnología educativa y aulas inteligentes: mapeo competitivo y perspectivas estratégicas para 2031 Source: <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/edtech-and-smart-classroom-market>», The Insight Partners, TIPRE00014570, feb. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.theinsightpartners.com/es/reports/edtech-and-smart-classroom-market>

-
- [14] M. León *et al.*, «Evaluación de plataformas de aprendizaje virtual usadas en universidades de Panamá», *Investig. Pensam. Crít.*, vol. 9, n.º 1, pp. 46-61, ene. 2021, doi: 10.37387/ipc.v9i1.210.
- [15] S. Martínez De Miguel López, A. Bernárdez-Gómez, y J. A. Salmeron Aroca, «Análisis retrospectivo de la percepción sobre herramientas para el desarrollo de actividades colaborativas en entornos virtuales», *RIED-Rev. Iberoam. Educ. Distancia*, vol. 27, n.º 2, abr. 2024, doi: 10.5944/ried.27.2.38983.
- [16] S. De La Cruz Medina, «La gestión del conocimiento en universidades: modelos y prácticas efectivas: Knowledge management in universities: effective models and practices», *LATAM Rev. Latinoam. Cienc. Soc. Humanidades*, vol. 5, n.º 6, dic. 2024, doi: 10.56712/latam.v5i6.3212.
- [17] G. C. Vázquez-González, I. U. Jiménez-Macías, y L. G. Juárez Hernández, «Clasificación de Estrategias de Gestión del Conocimiento para impulsar la innovación educativa en Instituciones de Educación Superior», jul. 2022, doi: 10.5281/ZENODO.6785484.
- [18] Y. Zou, F. Kuek, W. Feng, y X. Cheng, «Digital learning in the 21st century: trends, challenges, and innovations in technology integration», *Front. Educ.*, vol. 10, p. 1562391, mar. 2025, doi: 10.3389/feduc.2025.1562391.
- [19] Jenay Robert, «2025 EDUCAUSE Horizon Report | Teaching and Learning Edition», *EDUCAUSE*, [En línea]. Disponible en: <https://library.educause.edu/resources/2025/5/2025-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- [20] N. Wyss y C. Myers, «Understanding the potential of using EdTech to measure and mitigate learning loss», EdTech Hub, sep. 2022. doi: 10.53832/edtechhub.0110.
- [21] Mirtha Jiovana Ramírez Fernández, «Efectividad del aprendizaje colaborativo en la educación virtual de estudiantes de educación superior», *24 Julio 2023*, vol. 7, n.º 30, Revista de Investigación en Ciencias de la Educación HORIZONTES. [En línea]. Disponible en: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/466/4664570033/>
- [22] Javiera Atenas Rivera, «Estudio de calidad de los repositorios de recursos educativos abiertos en el marco de la educación universitaria», Universitat de Barcelona, Barcelona, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2445/63385>