



Integración tecnológica para el aprendizaje del portugués: un aplicativo con API para estudiantes y  
docentes de la Universidad EAN

CRISTHIAN FELIPE VASCO RAMÍREZ  
DIEGO ALEJANDRO GONZÁLEZ PARRA  
DANIEL ALEJANDRO RODRÍGUEZ MOROS

Proyecto de Grado - Pregrado - FIN – Presencial - Primer Semestre - 2025

Universidad EAN  
Facultad de Ingeniería

31 de mayo de 2025, Bogotá D.C, Colombia

## Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo.....	4
Introducción .....	5
Antecedentes .....	6
Definición del problema.....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos Específicos .....	9
Justificación.....	10
Requerimientos .....	11
Requerimientos Funcionales .....	11
Requerimientos No Funcionales .....	13
Marco De Referencia .....	15
Diseño Metodológico .....	17
Alternativa de Solución.....	20
Análisis de Costos .....	21
Análisis de Sostenibilidad .....	23
Especificación del Sistema.....	25
Guía visual de interacción con el sistema .....	31
Conclusiones .....	41
Referencias.....	43

## Tabla de ilustraciones

Figura 3 Gestión actual de errores en evaluaciones escritas .....	7
Figura 4 Diagrama de clases del sistema propuesto.....	25
Figura 5 Diagrama de casos de uso del sistema .....	30
Figura 6 Pantalla de inicio de sesión del sistema .....	32
Figura 7 Formulario para restablecer la contraseña .....	33
Figura 8 Solicitud de enlace para restablecer la contraseña.....	34
Figura 9 Perfil del usuario registrado.....	35
Figura 10 Panel de indicadores de errores académicos.....	36
Figura 11 Listado de colecciones de textos.....	37
Figura 12 Listado de redacciones asignadas por colección.....	38
Figura 13 Registro de actividad de caracterización.....	39
Figura 14 Resultados personalizados de errores de escritura.....	40

## Resumen Ejecutivo

El presente proyecto está enfocado en el desarrollo de un aplicativo responsivo para la Universidad Ean, dirigido a estudiantes y docentes de la asignatura de portugués, su objetivo es optimizar el proceso de aprendizaje ya que actualmente la metodología utilizada es generalizada, la cual dificulta la mejora del lenguaje al no poder detectar en todos los casos fallos particulares en la escritura y acentuación del idioma, además de hacer seguimiento posterior en ese error en particular.

Este proyecto propone la automatización del proceso de caracterización de errores y generar retroalimentación en función de esta, permitiendo la clasificación y análisis de errores de manera personalizada. Además, integrará un sistema de visualización de datos que generan informes gráficos tanto individuales como acumulados a lo largo del periodo académico.

Para el desarrollo del proyecto se plantea el uso de FastApi como framework para el backend, así como la exploración de Metabase como herramienta de analítica de datos.

## Introducción

El contexto educativo actual debe tener una gestión eficiente de las retroalimentaciones académicas, de este modo se hace fundamental garantizar la transparencia y el seguimiento del rendimiento estudiantil. Sin embargo, muchos procesos de registro y consulta aún se realizan de forma manual, esto puede ocasionar errores, demoras y dificultades en la obtención de información precisa.

Este proyecto de grado se centra en el desarrollo de una aplicación de automatización de clasificación de errores en evaluaciones escritas para la materia portugués en distintos niveles. Además, la aplicación facilitará la creación de reportes detallados actuales del desempeño de los alumnos, con el objetivo de monitorear su rendimiento. Por otro lado, los estudiantes tendrán la posibilidad de consultar sus propios reportes de retroalimentación de forma autónoma y en tiempo real.

La importancia de esta solución tecnológica reside en su capacidad de optimizar los procedimientos administrativos y académicos actuales en esta materia, además de disminuir la carga operativa de los profesores y potenciar la experiencia de los alumnos al revisar sus informes de progreso, todo en base al proceso de aprendizaje a lo largo del curso.

El diseño del sistema desde una perspectiva de ingeniería se fundamenta en principios clave que abarcan la usabilidad y la seguridad de los datos. Se prioriza la creación de un sistema que sea fácil e intuitivo de usar para los usuarios.

## Antecedentes

Diversos estudios han abordado el papel de las tecnologías digitales en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de idiomas. Entre ellos, investigaciones como la de Mounkoro (2024) han resaltado el impacto positivo de las aplicaciones móviles educativas en la adquisición de competencias lingüísticas, especialmente por su capacidad de ofrecer espacios personalizados, interactivos y accesibles. La incorporación de plataformas tecnológicas que automatizan la retroalimentación lingüística ha demostrado mejorar tanto la autonomía del estudiante como la efectividad de los procesos formativos.

A nivel internacional, proyectos como Write & Improve, desarrollado por Cambridge English, han mostrado cómo la inteligencia artificial puede ser utilizada para analizar textos escritos por estudiantes y ofrecer retroalimentación automática sobre errores gramaticales, ortográficos y de estilo. Aunque esta herramienta se centra en el inglés, su lógica de procesamiento automatizado de errores sirve como referente para el desarrollo de soluciones similares en otros idiomas.

En el contexto de América Latina, iniciativas como el sistema de retroalimentación digital REDA (Retroalimentación Automatizada), implementado en universidades de Brasil, han buscado reducir la carga operativa de los docentes mediante el uso de plataformas que registran, clasifican y reportan errores lingüísticos en evaluaciones escritas. Estas experiencias han evidenciado que la automatización no solo reduce tiempos de revisión, sino que permite identificar patrones recurrentes de error en los estudiantes, lo cual facilita la implementación de estrategias pedagógicas más acertadas.

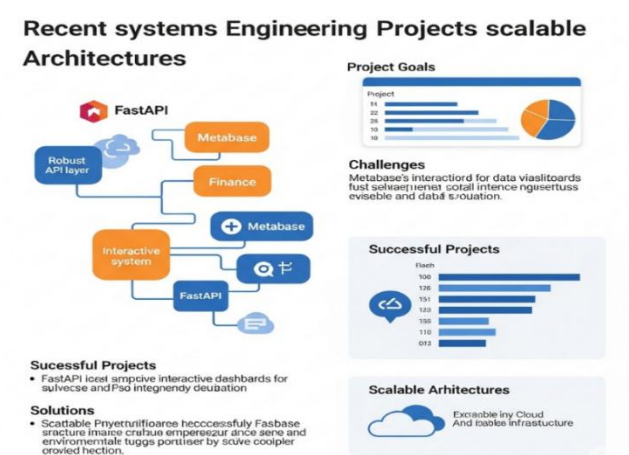
En el ámbito nacional, aún son escasas las plataformas desarrolladas específicamente para el análisis de errores lingüísticos en portugués como lengua extranjera. La mayoría de las instituciones de educación superior en Colombia siguen utilizando métodos manuales para registrar y analizar los

errores en las evaluaciones, empleando herramientas como hojas de cálculo, formularios o retroalimentación verbal no sistematizada. Esto limita la trazabilidad, el seguimiento longitudinal del aprendizaje y la posibilidad de personalizar la enseñanza.

La Universidad EAN no es ajena a estas limitaciones, particularmente en la Unidad de Portugués, donde los docentes enfrentan el desafío de procesar grandes volúmenes de información académica sin contar con una plataforma especializada. La implementación de una API que automatice la caracterización de errores y facilite la generación de reportes representa una innovación relevante, ya que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que permite el análisis estratégico del desempeño estudiantil y su evolución durante el semestre.

Proyectos recientes desarrollados en el campo de la ingeniería de sistemas, tanto a nivel de grado como de posgrado, han empezado a explorar la combinación entre backend moderno (FastAPI), visualización de datos (Metabase) y arquitecturas escalables para resolver problemáticas similares en otras áreas del conocimiento. Estos antecedentes técnicos reafirman la viabilidad de la solución planteada y su potencial para ser replicada o ampliada en otras unidades académicas de la institución.

Figura 1 Gestión actual de errores en evaluaciones escritas



## **Definición del problema**

Actualmente, resulta esencial contar con una gestión eficiente de los datos académicos de los estudiantes, específicamente en los errores de redacción; hasta ahora hay un reto considerable en la gestión y análisis de estos datos que implican monitorear su desempeño estudiantil.

Cada semestre, alrededor de 280 estudiantes distribuidos en distintos niveles realizan múltiples evaluaciones escritas, cuyos errores deben ser identificados, clasificados y analizados para cada estudiante. Aun así, en el presente, se lleva a cabo la recolección y estudio de datos a través de hojas de cálculo de Excel y formularios en línea, lo que conduce a un proceso manual, pausado e ineficaz. La cantidad masiva de información producida por las evaluaciones, sumada a la necesidad de proporcionar retroalimentación personalizada y estrategias de aprendizaje específicas para cada estudiante, sobrepasa las capacidades de las herramientas disponibles.

Además, en la evaluación oral, la información es recogida por los docentes y se almacena de manera estructurada en otra de hoja de cálculo Excel que representa la base de datos; como resultado, el acceso inmediato y acumulativo a sus reportes completos de errores y avances afecta su mejora tanto progresiva como focalizada. Ante esta situación, se requiere una solución tecnológica que automatice la captura, clasificación y análisis de los errores de escritura y se contempla el planteamiento de la funcionalidad de evaluaciones de habla para un futuro, para que estudiantes y docentes puedan acceder a informes detallados y gráficos personalizados.

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una aplicación responsiva para los estudiantes y docentes de la materia portugués de la Universidad Ean, que automatice la caracterización de los errores de escritura, además de facilitar su gestión con el fin de optimizar la metodología de aprendizaje.

### Objetivos Específicos

- Centralizar la información en una base de datos robusta que permita gestionar y almacenar errores de escritura y oralidad de cada estudiante.
- Automatizar la captura de datos a través de herramientas digitales que permitan su recolección dentro de la misma plataforma, para facilitar su análisis y procesamiento en tiempo real.
- Diseñar un sistema de visualización de información que genera informes con gráficos personalizados para identificar tendencias, debilidades y oportunidades de mejora de cada estudiante.
- Integrar estrategias de retroalimentación basadas en el análisis de errores específicos, proporcionando técnicas y recomendaciones que mejoren el desempeño individual de los estudiantes.
- Garantizar la seguridad y autenticación de los usuarios mediante un sistema de validación de identidad que asegure el acceso seguro a la plataforma, para que cada usuario pueda visualizar y gestionar únicamente su información.

## Justificación

El presente proyecto surge de la necesidad de transformar y optimizar el proceso de retroalimentación en el aprendizaje del idioma portugués en la universidad Ean. En la actualidad, la valoración del rendimiento en portugués se realiza de manera manual a través de la herramienta Excel, este proceso presenta limitaciones significativas en términos de eficiencia y capacidad de análisis.

Ante estas limitaciones, es necesario el desarrollo de una solución digital que permita centralizar, automatizar y visualizar la información relacionada con los errores cometidos por los estudiantes a lo largo de su proceso de aprendizaje. Esta solución tecnológica optimiza la captura y organización de los datos, así como de ofrecer herramientas analíticas para que tanto estudiantes como docentes puedan identificar patrones de error, fortalezas y oportunidades de mejora de manera ágil y precisa.

El objetivo es proporcionar a estudiantes y docentes de la materia de portugués desde el nivel 1 al 6, una herramienta intuitiva y eficiente con la capacidad de gestionar y analizar sus reportes de retroalimentación en un solo lugar. La plataforma permitirá integrar tanto la información histórica como la actual, la cual podrá dar lugar a reportes detallados que faciliten la implementación de estrategias de mejora más efectivas y personalizadas.

Con esta implementación se responde a la necesidad de mejorar la gestión de la información en la enseñanza de portugués, así como optimizar la experiencia de aprendizaje y contribuir al desarrollo de una metodología más efectiva centrada en el estudiante, beneficiando a toda la comunidad educativa.

## Requerimientos

### Requerimientos Funcionales

Los siguientes requerimientos definen las funcionalidades clave que debe cumplir la plataforma propuesta:

#### 1. Gestión de Evaluaciones Escritas

- El sistema debe permitir a los estudiantes registrar sus evaluaciones escritas.
- El sistema debe almacenar y organizar la información de cada evaluación, incluyendo los errores específicos cometidos.
- El sistema debe categorizar los errores según su tipo.
- El sistema debe permitir la acumulación de datos por estudiante, nivel, profesor y periodo académico.

#### 2. Automatización del Procesamiento de Datos

- El sistema debe recibir datos desde un formulario en línea y almacenarlos automáticamente en una base de datos centralizada.
- El sistema debe eliminar la necesidad de transferencias manuales desde herramientas como Excel o Forms.
- El sistema debe procesar automáticamente los datos recopilados y generar informes con gráficos representativos.
- El sistema debe permitir el filtrado de información por estudiante, nivel, docente, corte y fecha.

### **3. Generación de Reportes y Visualización de Información**

- El sistema debe generar reportes individuales con errores y aciertos de cada estudiante.
- Los reportes deben incluir gráficos que representen la evolución del estudiante a lo largo del tiempo.
- Debe permitir la comparación de reportes entre diferentes cortes para detectar mejoras o errores recurrentes.
- El sistema debe permitir la exportación de los informes en formatos PDF y Excel.
- Debe incluir una funcionalidad para enviar automáticamente los informes a los correos electrónicos de los estudiantes.

### **4. Acceso y Funcionalidad para Estudiantes**

- Los estudiantes deben poder acceder a sus informes desde la web y desde dispositivos móviles mediante una vista responsiva.
- La aplicación debe permitirles visualizar y analizar los errores detectados por el sistema de caracterización.
- Los estudiantes deben recibir notificaciones sobre sus reportes y avances en el aprendizaje del idioma.
- La plataforma debe permitir la comparación de reportes anteriores con los más recientes.

### **5. Interfaz para Docentes**

- El sistema debe ofrecer una interfaz para que los docentes visualicen y analicen el desempeño de sus estudiantes.
- Debe permitir adaptar metodologías de enseñanza en función de los errores más frecuentes de cada estudiante.

## **Requerimientos No Funcionales**

Estos requerimientos definen atributos de calidad necesarios para el correcto funcionamiento de la plataforma.

### **Rendimiento**

- La plataforma debe procesar y almacenar información de al menos 280 estudiantes por semestre.
- El tiempo de respuesta de las consultas no debe superar los 5 segundos bajo condiciones normales.
- Debe soportar al menos 50 usuarios concurrentes sin degradación del rendimiento.
- La arquitectura debe ser escalable para manejar el crecimiento en usuarios y volumen de datos.

### **Usabilidad**

- La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, sin requerir capacitación extensa.
- Debe ofrecer una experiencia responsiva, adaptándose a diferentes dispositivos (PC, tabletas, móviles).

- El diseño debe ser multiplataforma y compatible con navegadores modernos como Chrome, Firefox y Edge.

### **Compatibilidad e Integración**

- La plataforma debe desarrollarse con tecnologías web modernas (por ejemplo, React para el frontend y FastAPI para el backend).
- Debe permitir la exportación de reportes en formato PDF y Excel.
- Debe poder integrarse con otros sistemas de gestión académica mediante APIs o servicios web.

### **Mantenimiento y Disponibilidad**

- La disponibilidad del sistema debe ser de al menos el 99.5%.
- El sistema debe facilitar actualizaciones y mantenimiento sin afectar a los usuarios.
- Debe realizar copias de seguridad automáticas de la base de datos al menos una vez al día.

### **Seguridad y Privacidad**

- Debe implementarse un sistema de autenticación segura con cifrado de credenciales.
- La plataforma debe cumplir con la legislación vigente en protección de datos personales.
- Los datos deben estar cifrados tanto en tránsito como en reposo, para evitar accesos no autorizados.

## Marco De Referencia

El proceso de aprendizaje de una segunda lengua requiere de mecanismos eficientes de retroalimentación que permitan identificar los errores más frecuentes cometidos por los estudiantes y brindarles herramientas para corregirlos de manera oportuna y personalizada. Según Ellis (2018), la retroalimentación directa y contextualizada es una de las estrategias más efectivas para fortalecer la adquisición de competencias lingüísticas, ya que permite al estudiante tomar conciencia de sus fallos e interiorizar las correcciones. No obstante, el proceso de recopilación, análisis y devolución de esta información suele representar una carga significativa para los docentes, especialmente cuando se realiza de forma manual.

La digitalización y automatización de procesos académicos han demostrado ser una solución viable para mejorar la eficiencia en la gestión educativa. Brown (2020) señala que el uso de tecnologías de análisis automatizado de lenguaje permite no solo reducir el tiempo dedicado a tareas administrativas, sino también ofrecer retroalimentaciones más precisas y consistentes, adaptadas al perfil de cada estudiante. En este sentido, el uso de plataformas digitales que integren herramientas de análisis lingüístico con visualización de datos puede ser clave para fortalecer la enseñanza de idiomas.

En el caso de la Universidad EAN, la materia de portugués presenta retos particulares debido al alto número de estudiantes y a la necesidad de realizar evaluaciones escritas frecuentes en varios niveles. Cada semestre, se deben gestionar cientos de registros de errores de redacción, clasificación y seguimiento, lo que hace inviable un tratamiento manual de los datos. Ante este contexto, se hace necesario un sistema capaz de automatizar la caracterización de errores, facilitar la generación de reportes personalizados y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes mediante una retroalimentación oportuna.

La implementación de una API REST desarrollada con FastAPI representa una alternativa ágil, segura y escalable para centralizar la información de los errores de escritura. Esta solución puede integrarse fácilmente con herramientas de análisis como Metabase, que permite construir dashboards personalizados para docentes y estudiantes. Además, tecnologías como React en el frontend y bases de datos robustas en el backend contribuyen a garantizar una experiencia fluida, responsiva y accesible desde cualquier dispositivo.

El uso de herramientas de visualización y minería de datos aplicadas al contexto educativo, según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018), permite no solo el seguimiento detallado del progreso de los estudiantes, sino también la toma de decisiones pedagógicas más fundamentadas. Al generar reportes gráficos con datos históricos y comparativos por nivel, corte, o docente, la aplicación propuesta facilita la identificación de patrones de error y fortalezas individuales, lo que posibilita una enseñanza más personalizada y efectiva.

Asimismo, la necesidad de integrar soluciones tecnológicas a la enseñanza de idiomas ha sido ampliamente reconocida por la literatura reciente. Mounkoro (2024) destaca que las aplicaciones móviles y plataformas web educativas han revolucionado el proceso de enseñanza-aprendizaje al ofrecer espacios interactivos, accesibles y centrados en el usuario. En este sentido, una aplicación como la que propone este proyecto no solo mejora los procesos académicos internos, sino que también impulsa una transformación digital alineada con los principios de calidad educativa, innovación y mejora continua.

## Diseño Metodológico

El presente proyecto adopta un diseño metodológico basado en una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, ya que busca dar solución a una necesidad concreta del entorno académico mediante el desarrollo de un sistema tecnológico funcional y medible. La naturaleza aplicada del proyecto implica el uso de conocimiento teórico en un contexto práctico, donde se espera generar un producto útil y replicable.

Para llevar a cabo el desarrollo se emplea una metodología ágil de tipo Scrum, que facilita una planificación iterativa y adaptativa. Esta metodología promueve la colaboración entre los diferentes actores (desarrolladores, docentes, usuarios finales) y permite entregar versiones funcionales del sistema en ciclos cortos (sprints). Esto asegura una validación continua de los avances, permitiendo detectar errores de manera temprana y realizar ajustes de forma oportuna, lo cual es especialmente útil en proyectos académicos con tiempos limitados.

### Etapas del proceso metodológico

- **Diagnóstico y recolección de información:**
  - Se realiza una **observación directa del proceso actual** en la asignatura de portugués, identificando puntos críticos y oportunidades de mejora.
  - Se aplican **entrevistas semiestructuradas a docentes y expertos**, así como encuestas a estudiantes para obtener información relevante desde distintas perspectivas.
  - Se analiza el **flujo de trabajo académico**, desde la escritura de los textos por parte de los estudiantes hasta la retroalimentación recibida, para detectar cuellos de botella y necesidades no cubiertas.

- **Modelado de requerimientos:**
  - Se redacta una **especificación detallada de requerimientos funcionales y no funcionales**, teniendo en cuenta restricciones técnicas como compatibilidad con herramientas institucionales y escalabilidad.
  - Se incorporan **historias de usuario**, lo que permite al equipo priorizar funcionalidades en función del valor que aportan a los usuarios.
  - Se consideran criterios de accesibilidad, usabilidad y experiencia del usuario (UX), claves en contextos educativos.
  
- **Diseño de arquitectura:**
  - Se define la **arquitectura general del sistema**, incluyendo el diseño de componentes backend, frontend y de visualización de datos.
  - Se seleccionan las **herramientas tecnológicas** más adecuadas para garantizar eficiencia, mantenimiento y escalabilidad: **FastAPI** para el backend, **Metabase** para visualización de datos, y **MySQL** como sistema de gestión de bases de datos.
  - Se realiza un **diseño lógico y físico de la base de datos**, alineado con las necesidades de almacenamiento y consulta de información sobre errores de escritura y reportes académicos.
  
- **Desarrollo iterativo:**
  - Se implementa la solución en **sprints de una o dos semanas**, cada uno con objetivos específicos, revisión de avances y entregables funcionales.
  - Se integra el backend desarrollado en FastAPI con la base de datos MySQL y se configura Metabase para la visualización de estadísticas individuales y acumuladas.
  - Se aplican **pruebas unitarias y de integración** a medida que se desarrollan los componentes, garantizando calidad desde las primeras fases.

- **Validación y ajustes:**
  - Se realizan **pruebas funcionales con datos reales** obtenidos en entornos académicos controlados, simulando situaciones reales de uso.
  - Se efectúan **sesiones de validación con docentes y estudiantes**, quienes prueban la herramienta y brindan retroalimentación cualitativa y cuantitativa.
  - Se ejecutan **ajustes y mejoras** con base en las observaciones recibidas, garantizando que el sistema cumpla con las expectativas y necesidades detectadas en la fase de diagnóstico.
  
- **Documentación y entrega:**
  - Se elabora una **documentación técnica** del sistema (manual de instalación, arquitectura del código, diseño de base de datos, etc.) y un **manual de usuario** con instrucciones claras para la operación del sistema.

## Alternativa de Solución

La alternativa planteada consiste en el desarrollo de una aplicación web responsiva enfocada en automatizar la caracterización de errores lingüísticos, generar retroalimentación personalizada y visualizar informes de progreso. El sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- **Backend en FastAPI:** potente framework moderno basado en Python que permite construir APIs de alto rendimiento, ideal para soluciones académicas escalables.
- **Base de datos MySQL:** sistema de gestión de bases de datos relacional ampliamente utilizado, que ofrece estabilidad, eficiencia y compatibilidad con múltiples entornos. MySQL es una opción sólida para almacenar grandes volúmenes de datos estructurados, como registros de errores clasificados por estudiante, nivel y corte.
- **Visualización con Metabase:** plataforma de análisis de datos de código abierto que se conecta directamente con MySQL para generar dashboards e informes interactivos en tiempo real.
- **Frontend responsivo:** permite que tanto docentes como estudiantes accedan desde computador, tablet o celular, brindando una experiencia accesible y dinámica.
- **Sistema de autenticación:** garantiza la seguridad y privacidad, asignando accesos diferenciados para docentes y estudiantes.

Esta solución responde a la necesidad de modernizar los procesos académicos en la enseñanza del portugués, fortaleciendo el seguimiento pedagógico mediante el uso de herramientas tecnológicas confiables.

## **Análisis de Costos**

El análisis de costos del proyecto de implementación de esta solución tecnológica incluye las inversiones iniciales, los costos operativos, los gastos fijos y los ingresos estimados, con el objetivo de evaluar su viabilidad financiera. Este estudio se desarrolló utilizando un simulador de costos basado en escenarios reales de implementación.

### **Proyección de ingresos y premisas**

El modelo de ingresos se plantea en el marco de una futura escalabilidad de la plataforma hacia otras unidades académicas y posibles licencias a otras instituciones educativas. Para ello, se consideran las siguientes premisas:

#### **Premisas:**

- Crecimiento anual de la demanda: Se espera una adopción progresiva del sistema, comenzando en la Unidad de Portugués y extendiéndose a otras áreas con necesidades similares.
- Inflación e IPP: Se aplicó una tasa promedio de inflación del 9.3% y un Índice de Precios al Productor del 2%, con el fin de proyectar escenarios más realistas frente al comportamiento del mercado colombiano.

#### **Valor de los servicios (en caso de comercialización futura):**

- Licencia institucional básica (por semestre): \$3,500,000 COP
- Soporte técnico semestral: \$1,200,000 COP
- Personalización por unidad académica: \$5,000,000 COP

Con base en estas cifras, se proyecta un ingreso total de \$44,000,000 COP en el primer año si el proyecto se implementa como servicio para varias áreas o instituciones externas.

### **Infraestructura y gastos operativos**

**Inversión inicial:**

- Diseño, planificación y análisis del sistema: \$2,000,000 COP
- Desarrollo de backend (API FastAPI) y base de datos MySQL: \$4,500,000 COP
- Integración con Metabase y visualizaciones: \$2,500,000 COP
- Hosting, dominio y configuración de servidores: \$3,000,000 COP

Total inversión inicial: \$12,000,000 COP

**Costos operativos anuales:**

- Infraestructura en la nube (hosting y base de datos MySQL): \$960,000 COP
- Soporte técnico y mantenimiento correctivo/evolutivo: \$1,440,000 COP
- Actualizaciones de software: \$500,000 COP
- Publicidad y divulgación institucional (opcional): \$500,000 COP

Total costos operativos anuales: \$3,400,000 COP

**Gastos fijos anuales:**

- Dominio web y certificados SSL: \$500,000 COP
- Papelería, documentación y soporte impreso: \$300,000 COP

Total gastos fijos: \$800,000 COP

**Inversión total estimada**

La inversión total del proyecto asciende a \$16,200,000 COP, incluyendo el desarrollo inicial, infraestructura tecnológica, gastos operativos y costos fijos. Esta inversión puede financiarse parcialmente con recursos institucionales o becas de innovación educativa.

## **Análisis de Sostenibilidad**

La sostenibilidad en el desarrollo de sistemas tecnológicos es una dimensión fundamental para garantizar eficiencia, reducción del impacto ambiental y escalabilidad responsable. Este proyecto integra principios de sostenibilidad tanto en el diseño del software como en su arquitectura técnica.

### **Impacto del desarrollo informático sostenible**

#### **1. Optimización de recursos computacionales:**

La API desarrollada con FastAPI y la base de datos MySQL están optimizadas para operar en servidores de bajo consumo, con respuestas rápidas y mínima carga sobre los recursos de red y procesamiento. Se evita el uso de frameworks pesados, reduciendo la huella computacional.

#### **2. Automatización de procesos repetitivos:**

El sistema automatiza la recolección, categorización y análisis de errores lingüísticos, lo que elimina el uso extensivo de hojas de cálculo y formularios físicos o digitales repetitivos. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que reduce el consumo de papel y energía por gestión manual.

#### **3. Acceso remoto y trabajo descentralizado:**

La solución puede ser usada desde cualquier lugar y dispositivo con conexión a internet. Esto promueve el trabajo remoto para docentes y estudiantes, reduce desplazamientos y contribuye a la reducción de emisiones de carbono.

### **Consecuencias del enfoque sostenible**

#### **1. Menor necesidad de infraestructura física:**

Gracias al uso eficiente de tecnologías cloud y plataformas ligeras como FastAPI, el

sistema puede funcionar en servidores de bajo costo y bajo consumo energético, evitando inversiones en grandes centros de cómputo.

## **2. Reducción de obsolescencia:**

El diseño modular y escalable del sistema permite actualizaciones parciales sin reestructurar toda la plataforma, extendiendo su vida útil y reduciendo residuos tecnológicos.

## **3. Impacto ambiental y social positivo:**

El proyecto promueve la adopción de herramientas digitales responsables, disminuye el uso de papel y permite reducir traslados para gestión académica, aportando a objetivos institucionales de sostenibilidad y eficiencia.

### **Estrategias adoptadas**

#### **1. Uso de arquitectura liviana y escalable:**

El sistema se basa en FastAPI con arquitectura RESTful y conexión a MySQL, lo que permite crecer modularmente y sin saturar los recursos disponibles.

#### **2. Automatización educativa y reducción de tareas manuales:**

La caracterización de errores y generación de informes se ejecuta sin intervención directa, liberando tiempo docente y reduciendo carga sobre infraestructura y personal.

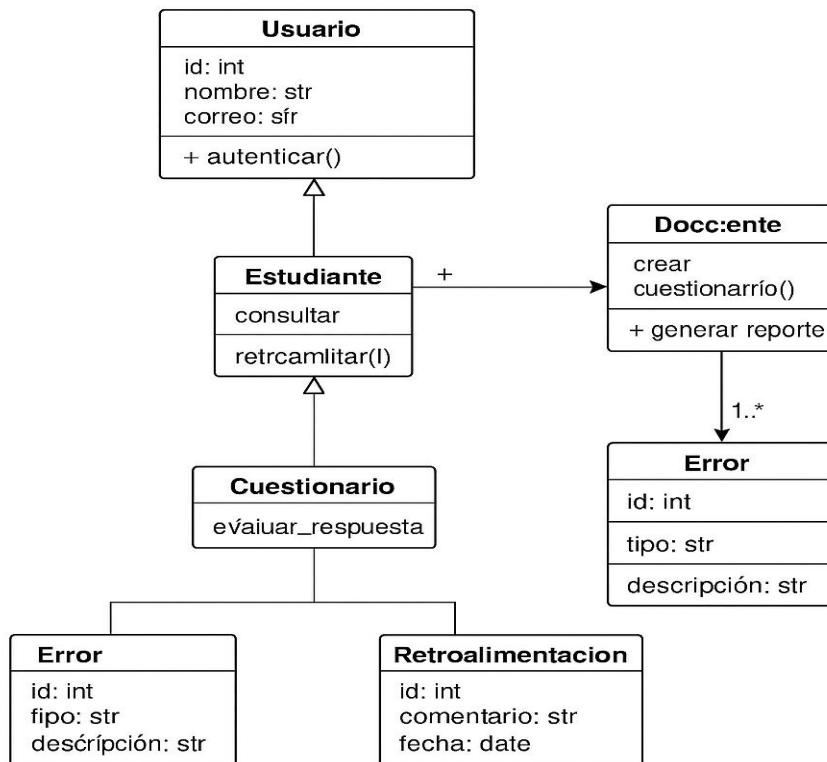
#### **3. Modelo multiplataforma y responsivo:**

Su diseño web adaptativo elimina la necesidad de múltiples versiones de software y permite acceso sostenible desde diferentes dispositivos.

## Especificación del Sistema

### Diagrama de clases

Figura 2 Diagrama de clases del sistema propuesto



#### 1. Clase Usuario (Clase base)

- Atributos:**

id: int: Identificador único del usuario.

nombre: str: Nombre del usuario.

correo: sfr: Correo electrónico del usuario (parece haber un error tipográfico; debería ser str).

- Métodos:**

+ `autenticar()`: Método público para autenticar al usuario en el sistema. Se encarga del proceso de inicio de sesión, validando credenciales.

- **Relación:**

Es una clase **general**, de la cual heredan las clases Estudiante y Docente, utilizando una relación de **herencia**.

## 2. Clase Estudiante (Especialización de Usuario)

- **Métodos:**

`consultar`: Funcionalidad para que el estudiante acceda a su información, como reportes de errores o retroalimentación.

`retrecamlitar(l)`: Método que parece tener un error tipográfico en su nombre. Podría interpretarse como `retroalimentar()` o `recibirRetroalimentacion()`.

- **Relaciones:**

Hereda de Usuario.

Tiene relación directa con la clase Cuestionario, ya que responde evaluaciones.

Puede visualizar Retroalimentación.

## 3. Clase Docente (Especialización de Usuario)

- **Métodos:**

`crear_cuestionario()`: Permite al docente crear nuevos cuestionarios para los estudiantes.

+ generar\_reporte: Método público que genera reportes individuales o generales de errores cometidos por los estudiantes.

- **Relaciones:**

Tiene una relación de composición con la clase Error, indicando que el docente registra errores como parte del proceso de retroalimentación.

Se relaciona también con Cuestionario.

#### 4. Clase Cuestionario

- **Método:**

Método encargado de evaluar las respuestas del estudiante. Presenta un error ortográfico en su nombre ("evaiuar" debería ser "evaluar").

- **Relaciones:**

Está conectado con las clases Error y Retroalimentacion, ya que el análisis del cuestionario da origen a la clasificación de errores y a la retroalimentación correspondiente.

#### 5. Clase Error

- **Atributos:**

id: int: Identificador del error.

tipo: str: Tipo de error (gramatical, ortográfico, de puntuación, etc.).

descripción: str: Detalle del error cometido.

- **Relaciones:**

Asociado a Docente, que los clasifica.

Asociado también a Cuestionario, ya que se identifican durante la evaluación.

- **Nota:** Hay una duplicación de esta clase en el diagrama, lo cual puede ser una inconsistencia visual.

## 6. Clase Retroalimentación

- **Atributos:**

id: int: Identificador único de la retroalimentación.

comentario: str: Comentario del docente sobre el desempeño del estudiante.

fecha: date: Fecha en la que se emite la retroalimentación.

- **Relaciones:**

Asociada al Cuestionario, como resultado del proceso de evaluación.

Consultada por el Estudiante.

## Relaciones en el Sistema

- **Herencia:**

Estudiante y Docente heredan de Usuario.

- **Asociaciones clave:**

Docente → Error: Un docente puede generar múltiples errores clasificados (relación 1..\*).

Estudiante → Cuestionario: El estudiante responde cuestionarios evaluables.

Cuestionario → Error y Retroalimentación: Los errores identificados y la retroalimentación generada derivan de un cuestionario.

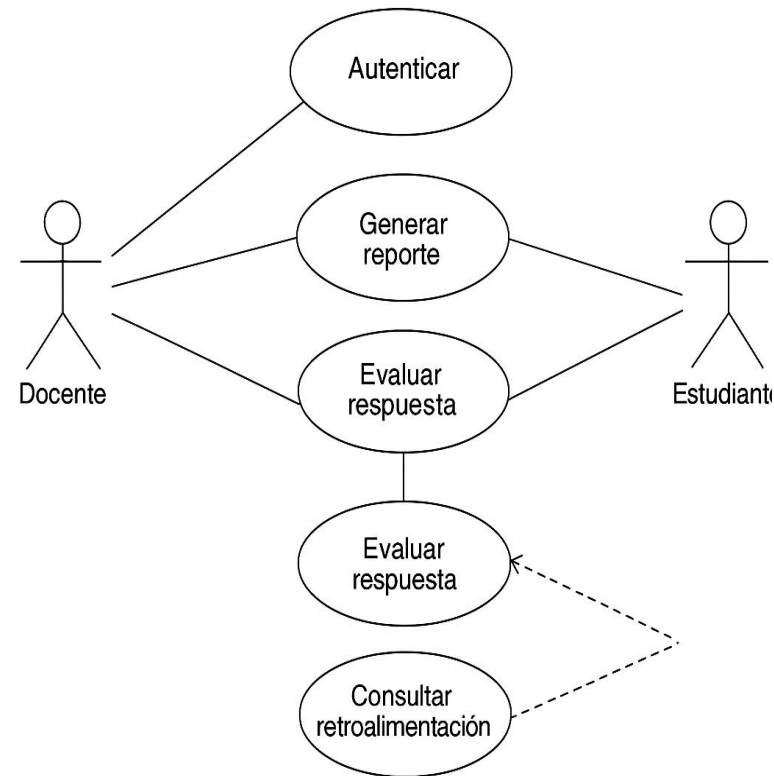
### **Interpretación General del Sistema**

Este modelo orientado a objetos permite representar la lógica funcional del sistema de retroalimentación automatizada:

- Los usuarios se autentican para acceder a la plataforma.
- Los docentes crean cuestionarios y registran los errores detectados en los escritos de los estudiantes.
- Los estudiantes presentan cuestionarios y reciben retroalimentación automática o personalizada con base en los errores detectados.
- Todo el proceso es documentado para permitir la generación de reportes gráficos mediante herramientas de visualización como Metabase.

## Diagrama de caso de uso

Figura 3 Diagrama de casos de uso del sistema



El diagrama muestra las principales interacciones entre dos actores: **Docente** y **Estudiante**, dentro del sistema de retroalimentación académica.

### Docente puede:

- Autenticarse para acceder al sistema.
- Evaluar respuestas de los estudiantes.
- Generar reportes con base en los errores encontrados.

### Estudiante puede:

- Autenticarse en la plataforma.
- Consultar retroalimentación recibida de sus respuestas evaluadas.

**Relación entre casos:**

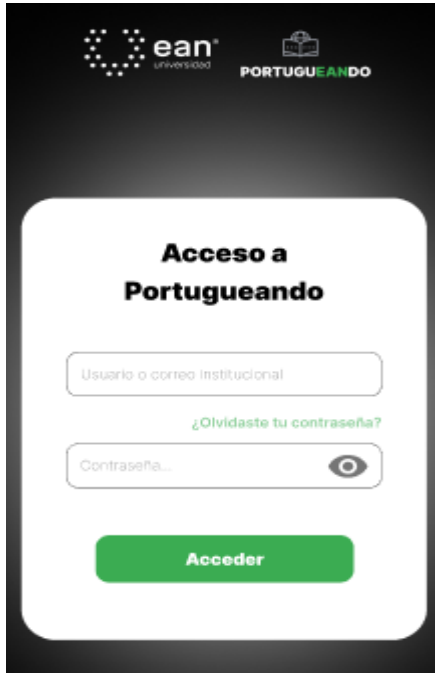
- El estudiante solo puede consultar retroalimentación si previamente su respuesta fue evaluada por el docente.

**Guía visual de interacción con el sistema**

Esta sección presenta una guía ilustrada de las principales interfaces que componen la aplicación web desarrollada, permitiendo evidenciar su estructura, funcionalidad y usabilidad desde la perspectiva del usuario final. A través de una secuencia de pantallas clave, se describe el flujo de interacción desde el ingreso al sistema hasta la visualización de resultados individuales, proporcionando así un panorama completo de la experiencia del usuario.

Cada imagen es acompañada de una breve descripción funcional, lo que facilita su uso como material de apoyo para capacitaciones, validaciones con usuarios o como parte de un manual de usuario técnico. Esta guía resulta especialmente útil para docentes, estudiantes y personal administrativo que deseen familiarizarse con las opciones que ofrece la plataforma.

Figura 4 Pantalla de inicio de sesión del sistema



*Nota.* Corresponde a la pantalla principal de acceso a la aplicación. Solicita: Usuario y contraseña.

Figura 5 Formulario para restablecer la contraseña



### Recuperar contraseña

Nueva contraseña... 

Confirmar contraseña... 

La contraseña debe tener más de 9 dígitos.  
La contraseña debe contener al menos 1 número.  
La contraseña debe contener al menos 1 carácter especial (!@#)..  
La contraseña debe contener al menos 1 letra mayúscula y 1 minúscula...

**Cambiar contraseña**

*Nota.* Esta pantalla permite al usuario restablecer su contraseña una vez ha recibido el enlace de recuperación en su correo. Se solicitan dos campos.

Figura 6 Solicitud de enlace para restablecer la contraseña



The image shows a mobile application interface for password recovery. At the top, there are logos for 'ean universidad' and 'PORTUGUEANDO'. The main heading is 'Recuperar contraseña'. Below it is a text input field with the placeholder 'Correo institucional...'. At the bottom, there is a green button labeled 'Enviar enlace'.

*Nota.* Aquí el usuario ingresa únicamente su correo institucional para solicitar el enlace de restablecimiento de contraseña. Al enviar el correo, el sistema procede a verificar el usuario y enviar el link correspondiente.

Figura 7 Perfil del usuario registrado



Perfil

**Perfil**

**Datos básicos: Estudiante**

Nombre completo: Ana María Martínez

Programa: Negocios internacionales

Fecha de nacimiento: 26/01/2000

Género: Femenino

Cédula: 111.111.111.111

Grupo actual: 1

Correo institucional:  
correouniversidad@universidadean.edu.co

*Nota.* Esta sección presenta los datos personales del usuario logueado. Incluye:

- Nombre completo.
- Programa académico.
- Fecha de nacimiento.
- Género.
- Número de cédula.
- Grupo actual.
- Correo institucional.

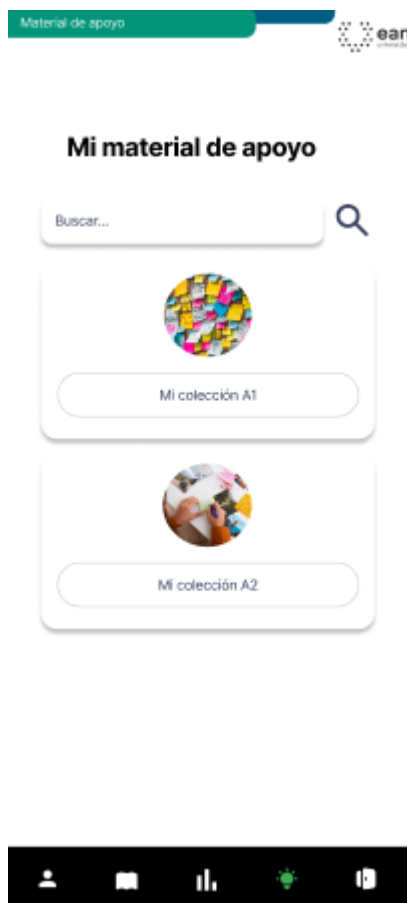
Figura 8 Panel de indicadores de errores académicos



*Nota.* Es una de las pantallas clave para los estudiantes y docentes. Muestra:

- Total de errores registrados.
- Total de redacciones analizadas.
- Media de errores por redacción.
- Botones para **descargar el informe en PDF** o enviarlo por correo electrónico.
- Vista parcial del **panel de indicadores**, donde se visualiza una gráfica de errores por categoría (por ejemplo, ortografía, gramática, puntuación, etc.).

Figura 9 Listado de colecciones de textos



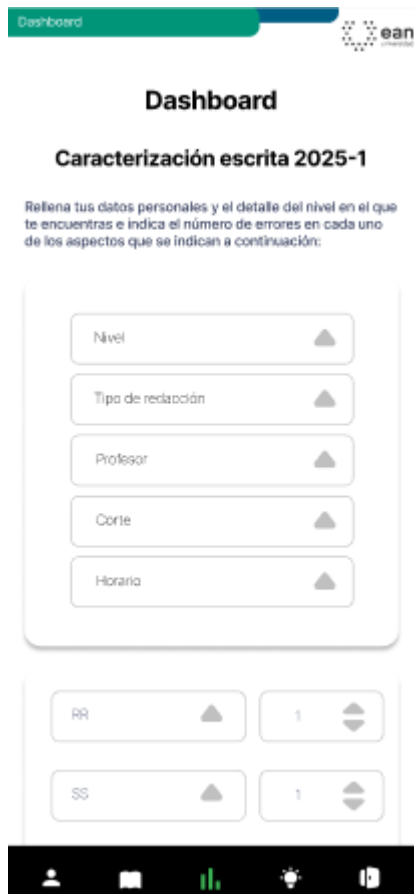
*Nota.* En esta interfaz, el usuario accede a las diferentes colecciones de textos asignadas. Se incluye un campo de búsqueda que permite filtrar rápidamente el contenido disponible, facilitando la navegación entre los distintos niveles de práctica.

Figura 10 Listado de redacciones asignadas por colección



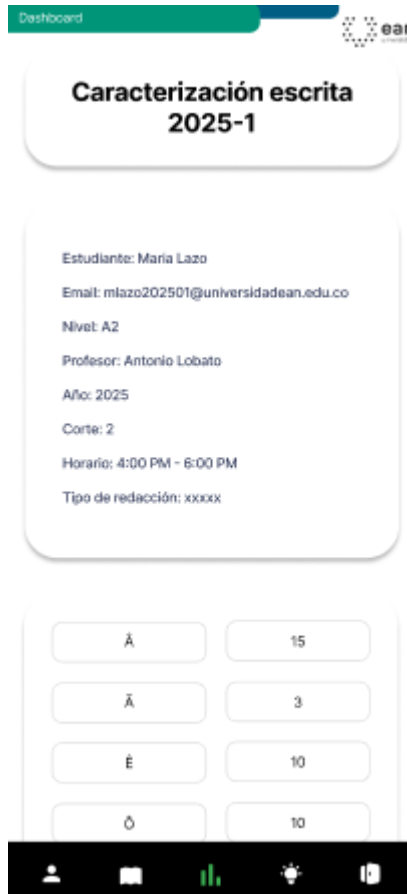
Nota. Una vez seleccionada la colección, se despliega un listado de títulos correspondientes con su respectiva fecha de asignación. Cada uno de estos enlaces lleva al estudiante al texto designado para su retroalimentación escrita, permitiendo gestionar múltiples entregas o ejercicios.

Figura 11 Registro de actividad de caracterización



*Nota.* En esta pantalla el usuario puede registrar datos básicos sobre la actividad de caracterización escrita. Se incluyen filtros desplegable para seleccionar nivel, tipo de redacción, profesor, corte y horario. Esta información contextualiza el análisis de errores y permite una gestión ordenada de los reportes.

Figura 12 Resultados personalizados de errores de escritura



*Nota.* Aquí se visualizan los datos del estudiante junto con los resultados cuantitativos de la caracterización realizada. Se muestran métricas detalladas por tipo de error (como uso incorrecto de tildes, letras específicas, etc.), asociadas al grupo y sesión asignada. Este resumen ofrece una visión personalizada del desempeño escrito.

## Conclusiones

El desarrollo del aplicativo dirigido a estudiantes y docentes de la asignatura de portugués de la Universidad EAN representa una respuesta innovadora, eficiente y escalable a una necesidad crítica identificada en los procesos de retroalimentación académica. El sistema no solo permite automatizar la caracterización de errores en la escritura, sino que además transforma el modo en que los docentes y estudiantes interactúan con la información académica, fortaleciendo el acompañamiento pedagógico personalizado.

A través de la implementación de tecnologías modernas como FastAPI para el backend, MySQL como sistema de gestión de bases de datos, y Metabase para la visualización interactiva de la información, se logró diseñar una solución robusta, segura y de bajo costo operativo. Esto demuestra que en el ámbito educativo superior colombiano es viable introducir innovaciones tecnológicas sin incurrir en altos gastos ni complejidades técnicas desproporcionadas.

Desde la perspectiva de los docentes, la plataforma permite reducir considerablemente el tiempo invertido en la revisión manual de los errores, brindándoles herramientas analíticas que apoyan la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos reales y en la evolución histórica del desempeño de sus estudiantes. Para los estudiantes, representa una oportunidad de tener acceso a reportes individualizados y gráficos que reflejan sus avances y debilidades específicas, fomentando un aprendizaje más autónomo, reflexivo y orientado a resultados.

Además, el enfoque sostenible adoptado en el diseño de la solución —optimización de recursos, arquitectura liviana, automatización de procesos y acceso multiplataforma— contribuye no solo a la eficiencia técnica sino también a la reducción del impacto ambiental, en línea con las tendencias actuales de responsabilidad social y digitalización sostenible.

Se resalta también la escalabilidad del modelo desarrollado, ya que la metodología y tecnologías empleadas permiten replicar o adaptar la solución para otras materias, facultades o incluso

instituciones externas. Esto abre la posibilidad de convertir el aplicativo en un servicio educativo con alto potencial de impacto dentro y fuera de la Universidad EAN.

Finalmente, la experiencia adquirida durante el desarrollo de este proyecto reafirma la importancia de la integración entre el conocimiento técnico de la ingeniería de sistemas y las necesidades reales del contexto académico, evidenciando que la tecnología bien aplicada puede ser un agente transformador en los procesos educativos, mejorando la calidad, la eficiencia y la experiencia de aprendizaje.

## Referencias

Brown, J. (2020). *Automated Language Analysis in Education: A Guide for Educators*. Cambridge University Press.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

DuBois, P. (2014). *MySQL* (5th ed.). Addison-Wesley.

Ellis, R. (2009). Corrective feedback and teacher development. *L2 Journal*, 1(1), 3–18. <https://escholarship.org/uc/item/2504d6w3>

Ellis, R. (2018). *Understanding Second Language Acquisition* (2nd ed.). Oxford University Press.

Few, S. (2009). *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Analytics Press.

Grinberg, M. (2018). *Flask Web Development: Developing Web Applications with Python* (2nd ed.). O'Reilly Media.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (3.ª ed.). McGraw-Hill Education.

ISO/IEC 27001:2013. *Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements*.

McKinney, W. (2010). *Python for Data Analysis*. O'Reilly Media.

Mertens, D. M. (2015). *Research and Evaluation in Education and Psychology: Integrating Diversity with Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods* (4th ed.). SAGE Publications.

Mertler, C. A. (2017). *Action Research: Improving Schools and Empowering Educators* (5th ed.). SAGE Publications.

Moukoro, I. (2024). Revolucionando el aprendizaje de idiomas: el impacto transformador de las aplicaciones móviles. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 16(2), 22–35. <https://doi.org/10.32870/Ap.v16n2.2528>

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.

Romero, M., & Lambropoulos, N. (2011). *Educational Software Design for the 21st Century Classroom: From Agile Development to Game-Based Learning*. IGI Global.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum*. <https://scrumguides.org>

Slavin, R. E. (2002). Evidence-based education policies: Transforming educational practice and research. *Educational Researcher*, 31(7), 15–21. <https://doi.org/10.3102/0013189X031007015>

Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*. Addison-Wesley.

Warschauer, M. (2000). The changing global economy and the future of English teaching. *TESOL Quarterly*, 34(3), 511–535. <https://doi.org/10.2307/3587741>

### Referencias técnicas en línea

FastAPI. (s.f.). *FastAPI Documentation*. <https://fastapi.tiangolo.com>

Metabase. (s.f.). *Metabase Documentation*. <https://www.metabase.com/docs>

Render. (s.f.). *Cloud Hosting Platform*. <https://render.com>

Railway. (s.f.). *Hosting for Developers*. <https://railway.app>