TAP experiencia del Aprendizaje Mat

ID : 61ebbf2ec94932c4856e14998bcdd1cedc73e0cb

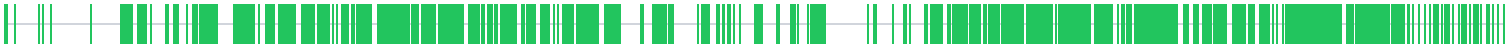
5%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : TAP experiencia del Aprendizaje Mat.txt
Tamaño del archivo original : 6,32 MB
Número de palabras : 34.247

Depositante : Jerson Sanchez Ramos
Fecha de depósito : 18 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 18 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes — 5%

Sintáctica 1% | Semántica 4%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Detección de IA — 42%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

Idiomas no reconocidos — 12%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.
Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas — 3%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Similitudes

5%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Desarrollar un Chatbot en WhatsApp para... #83fef8 Detección semántica Viene de de mi grupo	1%	
2	Documento de otro usuario #9a6f0f Detección semántica Viene de de otro grupo	1%	
3	Plantilla Idat - DESARROLLO DE SISTEMAS... #deac23 Detección semántica Viene de de mi grupo	<1%	
4	Plantilla Idat #ec8fb9 Detección semántica Viene de de mi grupo	<1%	
5	Documento de otro usuario #1fdb1d Detección semántica Viene de de otro grupo	<1%	
6	Atiro GRUPO 11 #48ba05 Viene de de mi grupo	<1%	
7	Documento de otro usuario #704b02 Detección semántica Viene de de otro grupo	<1%	
8	E4 Entregable_Patricio Perez... #78fd50 Detección semántica Viene de de mi grupo	<1%	
9	repositorio.idat.edu.pe Detección semántica repositorio.idat.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14364/67/Desarrollo%2...	<1%	
10	Plataforma Web de Estadísticas de Fútbol con... Detección semántica hdl.handle.net/10609/151989	<1%	
11	repository.universidadean.edu.co Detección semántica repository.universidadean.edu.co/bitstreams/b183e8b1-962b-40ed-a4d...	<1%	
13	Documento de otro usuario #ad44ba Detección semántica Viene de de otro grupo	<1%	
14	e5 PROYECTO SIDET 2025 #1560e1 Detección semántica Viene de de mi grupo	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

N°		Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
12		Documento de otro usuario #bcb067 Viene de de otro grupo	<1%	
15		Інформаційна підтримка процесу продажу музичних... ela.kpi.ua/handle/123456789/31044	<1%	
16		Documento de otro usuario #d066dd Viene de de otro grupo	<1%	
17		www.sanignacioponferrada.com www.sanignacioponferrada.com/images/20240215_Plan_Digital_CoDiCe_...	<1%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°	Descripciones
1	https://www.youtube.com/@i.e.psanluisdeborja1431
2	https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module
3	https://tuproyecto1.wordpress.com/ciclo-de-vida-iterativos/
4	https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2
5	https://productschool.com/blog/product-strategy/moscow-prioritization
6	https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-pareto.html
7	https://www.iebschool.com/blog/arbol-de-problemas-project-management/
8	https://proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental/
9	https://www.pmi.org/disciplined-agile
10	https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/SPA
11	https://platform.openai.com/docs/api-reference/introduction
12	https://www.atlassian.com/es/agile/project
13	https://www.scrumguides.org

INSTITUTO DE EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADA IDAT PROGRAMA DE ESTUDIOS EN DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con IA

Trabajo de aplicación profesional para obtener el título de desarrollo de sistemas de información

ÁLVARO RODRIGO TASILLA GUTARRA

(0009-0003-4054-7852)

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

...A las personas que creyeron en mí, familiares y amigos

3 7 10 12 13 14 14 14 16 16 16 17 19 19 22 24 29 30 32

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

TABLA DE CONTENIDO .....

LISTA DE FIGURAS .....

LISTA DE TABLAS.....

Resumen Ejecutivo .....

Introducción.....

Capítulo I ANÁLISIS DEL NEGOCIO .....

Descripción de la Empresa .....

Antecedentes de la empresa .....

Visión empresarial.....

Misión empresarial.....

Organigrama y Funciones de las Principales Áreas.....

Mapa de Procesos y Proceso(s) a Automatizar.....

Identificación de la Necesidad (Problema u Oportunidad) .....

Análisis FODA (Proceso).....

Elicitación de Requisitos .....

Análisis del Problema.....

Propuesta de Solución .....

Alternativas de Solución .....

Factibilidad del Proyecto .....

32 33 35 40 40 40 43 45 48 51 51 53 55 55 55 55 57 57 59 60 61 63

Factibilidad Técnica .....

Factibilidad Operativa.....

Factibilidad Económica .....

Capítulo II PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO .....

Enfoque de Desarrollo y del Ciclo de Vida .....

Enfoque a aplicar .....

Justificación de metodología a utilizar .....

Arquitectura de Software a utilizar.....

Modelos, métodos y artefactos a aplicar.....

Planificación del Proyecto .....

Plan del Proyecto.....

Declaración y Alcance del Proyecto .....

Objetivos del Proyecto .....

Objetivo General.....

Objetivos Específicos .....

Beneficios del Proyecto .....

Cronograma .....

Interesados .....

Supuestos .....

Factores Críticos de Éxito .....

Riegos.....

Comunicaciones .....

65 65 65 73 79 79 82 90 93 94 98 98 100 105 108 108 108 110 112 112 113

Capítulo III EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....

Fase Inicio .....

Presentación del Lanzamiento de Trabajo (Kick Off) .....

Fuentes de obtención de Requerimientos .....

Fase Planificación .....

1 ***EDT / Especificación de Casos de Uso de Alto nivel Priorizados o Historias de***

Usuarios Priorizados .....

Modelo de Casos de uso .....

Modelo de Análisis .....

Cronograma / Sprint Planning .....

1 ***Paquetes de Trabajo/Descomposición de Tareas de las HU (Planilla Scrum)*** ...

Fase Ejecución .....

1 ***Seguimiento y Control/Validación de los Sprint (Sprint Review)*** .....

Carta Gantt/Scrum Board, Tablero Kanban, Burn Down Chart .....

Gestión de Cambio/Mantenimiento de Product Backlog .....

Pruebas de Aceptación .....

Fase Transición y Cierre .....

Lecciones Aprendidas/Retrospectivas (Sprint y del Product Backlog).....

Actas de Conformidad de los Entregables .....

Capítulo IV PROGRAMACIÓN .....

Implementación de la Arquitectura de Software .....

Modelo de Diseño .....

115 138 141 142 152 155 156 158 158 159 161 161 162 163 165 169

1 **Creación de la Base de Datos y Generación del Script** .....

Implementación de Librerías y Dependencias .....

Codificación del Front End .....

Codificación del Back End .....

Listado de Consultas y Reportes .....

Codificación de Mantenedores (CRUD) .....

Procesos Transaccionales .....

Capítulo V PRUEBAS DE CALIDAD DE SOFTWARE .....

Pruebas Unitarias .....

Pruebas Integrales.....

Capítulo VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....

CONCLUSIONES.....

RECOMENDACIONES .....

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS (Referencias según APA).....

Glosario de Términos.....

ANEXOS .....

15 16 17 18 19 21 27 28 31 39 41 42 45 57 79 81 82 83 84 84 85 85 86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Logo de la Organización.....

Figura 2 Organigrama Cepuni Escolar .....

Figura 3 Mapa de Procesos .....

Figura 4 Diagrama BPMN del proceso de aprendizaje en Matemática BPMN parte 1

.....

Figura 5 Diagrama BPMN del proceso de aprendizaje en Matemática BPMN parte 2

.....

Figura 6 Análisis FODA Cepuni Escolar .....

Figura 7 Árbol de problemas .....

Figura 8 Curva de Pareto.....

Figura 9 Comparacion de alternativas vs software propuesto .....

Figura 10 VAN Y TIR CALCULO .....

Figura 11 Framework Scrum .....

Figura 12 Ciclo de desarrollo Iterativo .....

Figura 13 Arquitectura de Capas.....

Figura 14 Cronograma .....

Figura 15 EDT del Proyecto.....

Figura 16 Historias de Usuario priorizadas.....

Figura 17 Diagrama de Paquetes.....

Figura 18 Diagrama de Actores .....

Figura 19 Casos de Uso paquete autenticación y seguridad .....

Figura 20 Casos de Uso paquete de usuarios y roles .....

Figura 21 Casos de Uso paquete gestión académica .....

Figura 22 Casos de Uso paquete practica adaptativa .....

Figura 23 Casos de Uso paquete generación y corrección con IA .....

86 87 89 90 91 92 93 98 98 98 99 100 100 101 102 102 103 103 104 104 105 106 106 107 108 109

Figura 24 Casos de Uso paquete Seguimiento y Reportes .....

Figura 25 Diagrama General de Casos de Uso .....

Figura 26 Atributos de Caso de Uso 1 .....

Figura 27 Diagrama de Arquitectura del Sitema extendida .....

Figura 28 Diagrama de analisis de CU de Generar ejercicios con IA .....

Figura 29 Diagrama de análisis Caso de Uso practica adaptativa .....

Figura 30 Cronograma AUP + SCRUM .....

Figura 31 Sprint Review Iteración 1 .....

Figura 32 Sprint Review Iteración 2 .....

Figura 33 Sprint Review Iteración 3 .....

Figura 34 Sprint Review iteración 4 .....

Figura 35 Scrum Board Sprint 1 .....

Figura 36 Burdownt Chart 1 .....

Figura 37 Scrum Board Sprint 2 .....

Figura 38 Burdownt Chart 2 .....

Figura 39 Scrumboard Sprint 3 .....

Figura 40 Burdownt Chart 3 .....

Figura 41 Scrumboard Sprint 4 .....

Figura 42 Scrumboard Sprint 5 .....

Figura 43 Burdownt Chart 4 .....

Figura 44 Mantenimiento del Product Backlog iteración 2 .....

Figura 45 Mantenimiento del Product Backlog iteración 3 .....

Figura 46 Mantenimiento product backlog iteración 4 .....

Figura 47 Mantenimiento Product Backlog Iteración 5 .....

Figura 48 Retrospectiva Sprint 1(Iteración) .....

Figura 49 Retrospectiva Sprint 2(Iteración) .....

109 109 110 112 113 113 114 137 140 158 160

Figura 50 Retrospectiva Sprint 3(Iteración) .....

Figura 51 Retrospectiva Sprint 4 (iteración) .....

Figura 52 Acta de Conformidad de los Entregables .....

Figura 53 Arquitectura Aplicada al desarrollo. .....

Figura 54 Versión extendida de la arquitectura de software. .....

Figura 55 Diagrama de componentes.....

Figura 56 Diagrama de Despliegue .....

Figura 57 Diagrama de la base de datos.....

Figura 58 Representación gráfica la interacción entre librerías y dependencia.....

Figura 59 Pruebas Unitarias .....

Figura 60 Pruebas Integrales .....

22 23 27 33 36 51 52 56 58 59 61 62 63 71 74 75 76 94 138 138 141 142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Requerimientos Funcionales .....

Tabla 2 Requerimientos no funcionales .....

Tabla 3 Tabla diagrama de Pareto .....

Tabla 4 Recursos Tecnológicos de Cepuni Escolar.....

Tabla 5 Tabla de costos .....

Tabla 6 Tabla de artefactos entregar .....

Tabla 7 Plan de Proyecto .....

Tabla 8 Beneficios tecnológicos y educativos .....

Tabla 9 Tabla de Interesados.....

Tabla 10 Tabla de Supuestos.....

Tabla 11 Factores Critcos de Éxito .....

Tabla 12 Matriz de riesgos .....

Tabla 13 Matriz de Comunicaciones .....

Tabla 14 Acta de Constitución .....

Tabla 15 Requisitos Funcionales del Sistema .....

Tabla 16 Requisitos no funcionales del Sistema .....

Tabla 17 Historias de Usuario .....

Tabla 18 Descomposición de Tareas de las HU .....

Tabla 19 Librerias aplicadas en el desarrollo .....

Tabla 20 Dependencias aplicadas al desarrollo .....

Tabla 21 Pantallas implementadas en el Front End del sistema web .....

Tabla 22 Estructura de clases, controladores y componentes del Back End del sistema

.....

152 154 155 156

Tabla 23 Consultas y métodos de acceso a datos implementados en el sistema .....

Tabla 24 Reportes y listados generados por el sistema web .....

Tabla 25 Mantenedores implementados en el sistema web.....

Tabla 26 Tabla de procesos funcionales transaccionles del sistema web.....

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de aplicación profesional tuvo como objetivo desarrollar un Sistema Web para mejorar la experiencia del aprendizaje matemático en la Institución Educativa CEPUNI Escolar mediante el uso de Inteligencia Artificial, como respuesta a las dificultades identificadas en los procesos de corrección, retroalimentación y seguimiento académico en entornos virtuales. En el Capítulo I se realizó el análisis del negocio, donde se describió el contexto institucional, se identificó la problemática central relacionada con la demora en la corrección de ejercicios y la sobrecarga docente, y se evaluaron alternativas de solución, determinándose la viabilidad técnica, operativa y económica del proyecto. En el Capítulo II se abordó la planificación del proyecto, definiendo el alcance, los objetivos, los beneficios, los interesados, los riesgos y el enfoque metodológico, basado en el Agile Unified Process (AUP) complementado con el marco de trabajo Scrum. El Capítulo III desarrolló la ejecución del proyecto, incluyendo la gestión de requerimientos, la organización de sprints y el seguimiento del avance. En el Capítulo IV se describió la programación del sistema, detallando la arquitectura por capas, la implementación del frontend, backend y base de datos, así como la integración con servicios de Inteligencia Artificial para la generación y corrección automática de ejercicios matemáticos. El Capítulo V presentó las pruebas unitarias e integrales realizadas, las cuales evidenciaron el correcto

funcionamiento del sistema y el cumplimiento de los requisitos establecidos. Finalmente, en el Capítulo VI se concluye que el sistema desarrollado mejora significativamente la eficiencia del docente y la experiencia de aprendizaje del estudiante, brindando retroalimentación inmediata y personalizada, siendo una solución viable, escalable y alineada con los objetivos pedagógicos de CEPUNI Escolar.

Introducción

En los últimos años, los entornos virtuales de aprendizaje han adquirido un papel fundamental en el sistema educativo, permitiendo ampliar el acceso a la educación y responder a nuevas necesidades formativas. No obstante, este modelo también ha evidenciado diversas dificultades, especialmente en el área de Matemática, donde el aprendizaje requiere una retroalimentación constante y un seguimiento oportuno del desempeño estudiantil. En la Institución Educativa CEPUNI Escolar se han identificado problemas relacionados con la demora en la corrección de ejercicios y la sobrecarga de trabajo docente, lo que limita la atención personalizada y afecta el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Ante esta situación, el presente trabajo tiene como finalidad desarrollar un Sistema Web orientado a mejorar la experiencia del aprendizaje matemático mediante el uso de Inteligencia Artificial, con el propósito de optimizar los procesos de corrección y retroalimentación en entornos virtuales. La propuesta busca ofrecer a los estudiantes una respuesta inmediata y clara sobre sus resultados, favoreciendo la identificación de errores y el refuerzo de contenidos, mientras que al docente le proporciona herramientas que facilitan el seguimiento académico y reducen la carga operativa.

El sistema integra tecnologías actuales de desarrollo web y servicios de Inteligencia Artificial para la generación automática de ejercicios, la corrección inteligente de respuestas y la emisión de retroalimentación personalizada, promoviendo un aprendizaje más dinámico y centrado en el estudiante. Para su desarrollo se adoptó un enfoque metodológico ágil, combinando el Agile Unified Process (AUP) con el marco de trabajo Scrum. El trabajo se estructura en capítulos que abarcan el análisis del negocio, la planificación, la ejecución, la programación, las pruebas de calidad y las conclusiones, presentando de manera ordenada el proceso seguido y los resultados obtenidos.

Capítulo I

ANÁLISIS DEL NEGOCIO

Descripción de la Empresa

CEPUNI escolar es una institución educativa privada de carácter virtual, dedicada a brindar servicios de enseñanza integral en los niveles de educación primaria y secundaria, con un enfoque centrado en el desarrollo de competencias, el pensamiento crítico y el uso responsable de las tecnologías digitales.

Su modelo pedagógico se sustenta en el Currículo Nacional de Educación Básica del Perú (CNEB), garantizando una formación integral que promueve el desarrollo cognitivo, emocional y social de los estudiantes. CEPUNI escolar combina estrategias de enseñanza innovadoras con el acompañamiento permanente de docentes altamente capacitados, buscando formar ciudadanos autónomos, creativos y con valores sólidos.

Antecedentes de la empresa

CEPUNI Escolar nace gracias a la visión y compromiso de su fundador, el profesor Carlos Sotomayor, un docente apasionado por la educación que, durante su trayectoria profesional, visitaba a distintos estudiantes con problemas de salud que les impedían asistir de manera regular a clases presenciales. Fue en esa experiencia cuando identificó una necesidad urgente en el país: la implementación de un sistema educativo a distancia que permitiera a todos los niños y jóvenes acceder a una educación de calidad sin importar su ubicación geográfica o condición física.

Impulsado por este ideal, en el año 2013 aproximadamente, el profesor Sotomayor fundó una institución educativa integrada a un consorcio educativo denominado CEPUNI, que en sus inicios ofrecía educación presencial, pero que paralelamente comenzó a incorporar modalidades de enseñanza virtual apoyadas en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Con el paso del tiempo, y gracias a la confianza de los alumnos y familias de diversas regiones del Perú, CEPUNI escolar fue consolidando su modelo educativo digital, desarrollando diferentes estrategias de enseñanza personalizadas que ayudan al aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo.

Actualmente, la institución se dedica de manera exclusiva a la educación virtual, brindando servicios educativos a nivel nacional, orientados al desarrollo integral de los estudiantes del nivel primario y secundario, bajo el enfoque de competencias del

Currículo Nacional de Educación Básica (CNEB). Su compromiso con la innovación, la equidad y la calidad educativa la ha posicionado como una de las instituciones pioneras en el ámbito de la educación digital en el Perú.

Figura 1

Logo de la Organización

Nota. Esta figura muestra el logo del Colegio Cepuni Escolar por Cepune School, Youtube(https://www.youtube.com/@i.e.psanluisdeborja1431)

Visión empresarial

Ser una institución educativa virtual líder en el Perú, reconocida por su excelencia académica, innovación tecnológica y compromiso con la formación integral de los estudiantes.

Misión empresarial

Brindar una educación integral de calidad, sustentada en valores y en el desarrollo de competencias, utilizando las tecnologías de la información como medio para potenciar el aprendizaje y la formación de ciudadanos críticos, éticos y comprometidos con su entorno.

Organigrama y Funciones de las Principales Áreas

Figura 2

Organigrama Cepuni Escolar

Nota. Representación grafica de la organización de la institución Cepuni Escolar

Mapa de Procesos y Proceso(s) a Automatizar

El mapa de procesos constituye una herramienta fundamental para comprender el funcionamiento general de una organización, ya que permite identificar y organizar de manera estructurada los procesos que la conforman. A través de esta representación se clasifican los procesos en estratégicos, operativos y de apoyo, evidenciando su interrelación y contribución al logro de los objetivos institucionales. Asimismo, el mapa de procesos proporciona una visión global que facilita el análisis, la gestión y la mejora continua, sirviendo como base para el posterior modelado detallado de los procesos mediante notaciones como BPMN.

Figura 3

Mapa de Procesos

Nota. El mapa de procesos muestra la estructura general de los procesos institucionales y su relación con la satisfacción del cliente.

Para el modelado de los procesos de las empresas se usará la notación BPMN debido a que proporciona una representación gráfica clara y estandarizada de los procesos de negocio. "BPMN es un estándar de notación gráfica que proporciona a las organizaciones la capacidad de comprender sus procedimientos internos en un lenguaje común, facilitando la comunicación entre los distintos participantes del proceso" (Object **Management Group [OMG], 2023).**

A continuación, se presenta el modelado del proceso de aprendizaje en Matemática utilizando la notación BPMN a nivel 1, con el propósito de describir de manera detallada el flujo de actividades, decisiones y roles involucrados. Debido a la extensión y complejidad del proceso, el diagrama ha sido dividido en dos partes para facilitar su lectura y comprensión.

Nota. Flujo del proceso de aprendizaje en Matemática modelado mediante BPMN.

Figura 4

Diagrama BPMN del proceso de aprendizaje en Matemática BPMN parte 1

Nota. Flujo del proceso de aprendizaje en Matemática modelado mediante BPMN. En el Anexo se encontrara el diagrama to be

Identificación de la Necesidad (Problema u Oportunidad)

Análisis FODA (Proceso)

Fortalezas

1. **Modelo educativo virtual consolidado** a nivel nacional que permite atender a estudiantes de diversas regiones del Perú.

2. **Plataforma propia de enseñanza** con recursos digitales, video clases, tareas virtuales y comunicación continua con los alumnos.

3. **Equipo docente comprometido y especializado,** con experiencia en educación remota.

4. **Enfoque innovador en metodologías activas y aprendizaje personalizado,** especialmente en Matemática y Ciencia.

5. **Reconocimiento institucional** y confianza de padres de familia por la calidad educativa y la atención personalizada.

Figura 5

Diagrama BPMN del proceso de aprendizaje en Matemática BPMN parte 2

Oportunidades

1. **Creciente demanda de educación virtual y mixta** en el país tras la pandemia y los avances tecnológicos.

2. **Implementación de herramientas de Inteligencia Artificial (IA)** para automatizar corrección de tareas y personalizar la retroalimentación dada a cada alumno.

3. **Posibilidad de alianzas con universidades y empresas tecnológicas** para desarrollar proyectos digitales educativos.

4. **Ampliación de servicios educativos** mediante la implementación de programas preuniversitarios y espacios de reforzamiento virtual.

5. **Acceso a capacitaciones y fondos para innovación educativa** promovidos por el MINEDU y organizaciones privadas.

Debilidades

1. **Demoras en la corrección y retroalimentación docente** en áreas con alto volumen de tareas (como Matemática).

2. **Dependencia de plataformas externas** (Google Classroom, Zoom, etc.) para la gestión de contenidos y evaluaciones.

3. **Limitada infraestructura tecnológica interna** para el desarrollo de sistemas propios y mantenimiento de servidores.

4. **Falta de automatización en procesos administrativos y pedagógicos.**

5. **Desigual nivel de competencias digitales entre docentes,** lo que afecta la eficiencia del trabajo en entornos virtuales.

Amenazas

1. **Alta competencia de instituciones virtuales privadas** que ofrecen programas similares o gratuitos.

2. **Riesgo de interrupciones tecnológicas** (fallas en el Internet, cortes eléctricos, ataques cibernéticos, etc.).

3. **Resistencia al cambio tecnológico** en algunos docentes o familias que prefieren la educación presencial a la educación virtual.

4. **Dificultades económicas en algunas familias,** que limitan el acceso a equipos modernos o conectividad adecuada para las clases.

5. **Cambios en políticas educativas del Estado** que podrían restringir o regular nuevas modalidades virtuales.

Figura 6

Análisis FODA Cepuni Escolar

Nota. Representación del cuadro FODA de la empresa Cepuni Escolar.

"El análisis FODA es una herramienta de diagnóstico estratégico que permite evaluar de manera integrada los factores internos y externos de una organización, constituyéndose en una base fundamental para la formulación de estrategias"(David,

David & David, 2023).

Elicitación de Requisitos

De acuerdo con las necesidades de los docentes y estudiantes de Cepuni Escolar,

así como las limitaciones observadas en el proceso de corrección y retroalimentación de

ejercicios matemáticos en la modalidad virtual se recopilo los siguiente requerimientos

funcionales y no funcionales.

Tabla 1

Requerimientos Funcionales

Código Requisito Funcional Descripción resumida RF01 Gestión de usuarios El sistema debe permitir el registro, autenticación y roles (docente, estudiante, administrador).

RF02 Gestión de cursos y niveles

Permitir la creación y asignación de cursos, grados y niveles según el plan de estudios.

RF03 Generación automática de ejercicios con IA

El sistema debe generar ejercicios matemáticos por curso y nivel utilizando modelos de IA (OpenAI).

RF04 Corrección automática de respuestas

El sistema debe evaluar respuestas (texto o imagen) y determinar si son correctas mediante un motor determinista.

RF05 Retroalimentación inteligente

Proporcionar explicaciones breves y personalizadas generadas por IA tras cada respuesta.

RF06 Práctica libre adaptativa

Permitir al estudiante practicar por temas y niveles, ajustando la dificultad según su desempeño.

RF07 Gestión de tareas El docente podrá crear, editar y asignar tareas a los estudiantes.

RF08 Panel docente Mostrar estadísticas de progreso, errores comunes y rendimiento de los estudiantes.

RF09 Historial de ejercicios y calificaciones

Registrar los ejercicios resueltos, puntajes y retroalimentaciones por estudiante.

RF10

Integración con IA y BD

La API del sistema se comunicará con la base de datos MySQL y con el servicio de IA para generación y feedback.

Nota. Tabla de requerimientos funcionales solicitados del sistema.

Tabla 2

Requerimientos no funcionales

Código Requisito No Funcional

Descripción resumida

RNF01 Rendimiento El sistema debe generar o corregir ejercicios en menos de 30 segundos.

RNF02 Disponibilidad La aplicación web debe estar disponible el 95% del tiempo operativo. RNF03 Usabilidad La interfaz debe ser intuitiva, accesible y compatible con dispositivos desktop.

RNF04 Seguridad Autenticación mediante JWT, cifrado de contraseñas y validación de roles.

RNF05 Mantenibilidad El sistema estará desarrollado bajo una arquitectura por capas Cliente SPA – API – (IA, BD), que separa el Front-End (React), el Back-End (Spring Boot) y los servicios de Base de Datos (MySQL) e Inteligencia Artificial (OpenAI), facilitando el mantenimiento y la actualización independiente de cada módulo.

RNF06 Escalabilidad El sistema debe permitir la incorporación de nuevos cursos, grados y módulos sin afectar el rendimiento.

RNF07 Compatibilidad Compatible con navegadores modernos y conexión estable al servicio IA.

RNF08 Privacidad Las imágenes y datos personales deben almacenarse de forma segura y con acceso restringido.

RNF09 Integración La API debe poder conectarse con el modelo IA (OpenAI) mediante configuración.

RNF10 Trazabilidad Cada acción (respuestas, correcciones, feedback) debe registrarse para auditoría académica.

Nota. Tabla de requerimientos no funcionales del Sistema desarrollado.

Análisis del Problema

El colegio CEPUNI Escolar es una institución educativa que brinda servicios de enseñanza de manera virtual, atendiendo a estudiantes de diferentes regiones del país. Si bien este modelo educativo ha permitido ampliar el acceso a la educación, también ha generado nuevos desafíos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, especialmente en el área de Matemática, una de las asignaturas que requiere mayor acompañamiento docente y retroalimentación continua.

Actualmente, se observa que existe demora en la corrección de ejercicios y tareas en el curso de matemáticas, debido a la alta cantidad de actividades y a la falta de herramientas automatizadas que apoyen al docente en la revisión y retroalimentación. Esta situación ocasiona que los estudiantes no reciban respuesta inmediata, lo que dificulta la identificación oportuna de errores y limita la posibilidad de reforzar los contenidos en el momento preciso.

Asimismo, muchos alumnos presentan dificultades naturales para entender conceptos matemáticos abstractos, las cuales se intensifican en el entorno virtual, donde la comunicación y la orientación personalizada son limitadas. El docente debe invertir la mayor parte de su tiempo en corregir manualmente tareas, dejando menos espacio para

la atención personalizada o el diseño de estrategias didácticas.

Por ello, surge la necesidad de implementar un sistema web inteligente que, mediante el uso de Inteligencia Artificial (IA), permita automatizar la evaluación y corrección de ejercicios matemáticos, proporcionando al estudiante retroalimentación inmediata, y al docente, herramientas de análisis sobre el rendimiento y las dificultades más frecuentes.

Árbol de problemas

> "El árbol de problemas es una herramienta metodológica que permite identificar un problema central y analizar de manera estructurada sus causas y efectos, facilitando la comprensión de la situación problemática y la formulación de alternativas de solución" (IEBS Business School, 2022).

Problema central

Demora y baja eficiencia en la corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en entornos virtuales.

Efectos

1. **Retroalimentación tardía al estudiante.**

Los alumnos deben esperar varios días para recibir comentarios sobre sus tareas.

2. **Dificultad para reforzar aprendizajes a tiempo.**

La falta de corrección inmediata impide consolidar conocimientos.

3. **Desmotivación en el área de Matemática.**

Los alumnos perciben la materia como poco dinámica y frustrante.

4. **Bajo rendimiento académico.**

Los errores no corregidos a tiempo se acumulan y afectan el logro de competencias.

5. **Sobrecarga de tareas en la modalidad virtual.**

El exceso de trabajo pendiente (por demoras en la corrección) aumenta el estrés tanto en docentes como en estudiantes.

Causas

1. **Falta de herramientas tecnológicas automatizadas.**

No existe ningún sistema que ayude al docente a revisar o evaluar ejercicios con rapidez.

2. **Corrección manual por parte del docente.**

Todo el proceso depende de la revisión personal y escrita por el profesor.

3. **Falta de integración de la Inteligencia Artificial en el proceso educativo.**

Las plataformas actuales (Classroom, Moodle, etc.) no poseen ningún análisis inteligente de respuestas para los trabajos de los alumnos.

4. **Escasa capacitación docente en el uso de recursos digitales.**

Algunos profesores no dominan herramientas tecnológicas de apoyo a la evaluación del progreso del estudiante.

5. **Limitaciones en la conectividad y disponibilidad tecnológica.**

Problemas de acceso a internet o dispositivos que dificultan la interacción y la retroalimentación fluida.

Figura 7

Árbol de problemas

Nota. En la siguiente imagen se representa el problema principal utilizando la técnica del árbol de problemas.

Curva de Pareto

Tabla 3

Tabla diagrama de Pareto

Causa Frecuencia observada % Porcentaje % Acumulado

Falta de herramientas automatizadas

40 35% 35%

Corrección manual de tareas

30 26% 61%

Falta de integración tecnológica

20 17% 78%

Escasa capacitación tecnológica docente

15 13% 91%

Limitaciones tecnológicas

10 9% 100%

Nota. La tabla presenta la distribución de las causas según se frecuencia observada y el porcentaje acumulado.

Figura 8

Curva de Pareto

Nota. Representación gráfica de la curva Pareto y cuál es el problema principal a solucionar.

La Tabla 3 y la Figura 8 muestran el análisis de la Curva de Pareto aplicado a las causas que afectan la corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en entornos virtuales. Los resultados evidencian que la falta de herramientas automatizadas y la corrección manual de tareas concentran la mayor incidencia del problema, superando el sesenta por ciento del total.

Según Economipedia (2024), “el diagrama de Pareto es una herramienta de análisis que permite identificar y priorizar las causas más importantes de un problema al

35%

26%

17% 13% 9%

Falta de...

Corrección manual... Falta de integración...

Escasa capacitación... Limitaciones...

0%

10%

20%

30%

40%

50%

60%

70%

80%

90%

100%

0%

10%

20%

30%

40%

50%

60%

70%

80%

90%

100%

Curva de Pareto

ordenarlas según su impacto o frecuencia".

Propuesta de Solución

La presente propuesta plantea la creación de un sistema web orientado a mejorar la experiencia del aprendizaje matemático en CEPUNI Escolar, mediante el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) que fortalezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área de Matemática, especialmente en entornos virtuales.

El propósito de esta iniciativa es superar las dificultades actuales que se presentan en el trabajo docente y en el aprendizaje de los estudiantes, tales como la demora en la revisión de tareas, la falta de retroalimentación inmediata y la escasa personalización en la atención académica. Estos factores contribuyen negativamente en el rendimiento y la motivación del alumno, limitando su progreso y la eficacia del acompañamiento pedagógico.

La propuesta consiste en desarrollar una plataforma educativa en línea que facilite la gestión de actividades académicas y la supervisión del avance de los

estudiantes. Por su parte, los alumnos podrán acceder a ejercicios interactivos, enviar sus respuestas y recibir retroalimentación automática y personalizada, que les permita reforzar los temas en los que presentan mayor dificultad.

Además, se incorporarán herramientas de Inteligencia Artificial orientadas a la generación de ejercicios matemáticos con diferentes niveles de dificultad, ofreciendo explicaciones adaptadas al desempeño de cada estudiante. De esta manera, se busca optimizar el tiempo del docente y brindar una experiencia de aprendizaje más dinámica, atractiva y significativa para el estudiante.

El desarrollo del sistema se basará en principios de innovación educativa, promoviendo el uso responsable de la tecnología y la mejora continua del proceso pedagógico. En conjunto, esta propuesta contribuirá a fortalecer la calidad educativa en CEPUNI Escolar, impulsando un aprendizaje matemático más interactivo, autónomo y centrado en el estudiante.

Alternativas de Solución

Aparte del sistema web propuesto, se evaluaron diferentes opciones viables que podrían abordar la problemática mencionada anteriormente en la institución Cepuni Escolar.

Alternativa 1: Uso de herramientas educativas convencionales

Implementar un conjunto de plataformas educativas existentes, como *Google Classroom, Khan Academy* o *Moodle,* para gestionar las clases virtuales y asignar ejercicios a los estudiantes.

Estas herramientas permiten la entrega de tareas, calificación automática en preguntas objetivas y comunicación básica entre docente y alumno.

Sin embargo, no ofrecen retroalimentación personalizada ni generación automática de ejercicios, lo que limita el aprendizaje adaptativo y mantiene la carga de corrección sobre el docente.

Alternativa 2: Implementación de una aplicación móvil de práctica matemática

Otra alternativa sería desarrollar una aplicación móvil enfocada en la práctica de ejercicios matemáticos, donde los estudiantes puedan resolver problemas, visualizar sus resultados y reforzar contenidos mediante cuestionarios interactivos.

Figura 9

Comparacion de alternativas vs software propuesto

Si bien esta opción promueve el aprendizaje autónomo, no integra la generación automática de ejercicios ni la retroalimentación inteligente, y su uso podría verse limitado a ciertos dispositivos móviles, reduciendo la accesibilidad general en el entorno educativo.

Nota. Comparación de alternativas con otros sistemas existentes (Google Classroom o

alternativas de software).

Factibilidad del Proyecto

El estudio de factibilidad permite evaluar la viabilidad del proyecto desde distintos enfoques —técnico, económico y operativo— para determinar si su implementación es posible y sostenible en el contexto de CEPUNI Escolar.

Factibilidad Técnica

El proyecto es técnicamente factible, ya que se dispone de las herramientas, tecnologías y recursos necesarios para su desarrollo.

El sistema se construirá utilizando tecnologías modernas y accesibles, como:

• Lenguajes de programación ampliamente documentados (Java – Spring Boot para el backend y React JS para el frontend).

• Base de datos MySQL, que garantiza estabilidad, escalabilidad y compatibilidad con sistemas educativos.

• Servicios de Inteligencia Artificial (OpenAI) que permitirán la generación y retroalimentación automática de ejercicios matemáticos.

Además, el equipo desarrollador posee conocimientos en programación web, integración de APIs y gestión de bases de datos, lo que garantiza la correcta implementación del sistema.

el proyecto es viable, las herramientas son accesibles y el personal cuenta con las competencias necesarias para su desarrollo y mantenimiento, sin embargo, evaluemos los recursos tecnológicos actuales de la institución Cepuni Escolar que nos demuestren la factibilidad técnica del proyecto.

Recursos Tecnológicas

Tabla 4

Recursos Tecnológicos de Cepuni Escolar

Categoría	**Recursos disponibles**	**Relevancia para el proyecto**
Infraestructura tecnológica	Servidores virtuales contratados en la nube (hosting web y bases de datos).	Permiten alojar el sistema web y garantizar su disponibilidad continua para docentes y estudiantes.
Plataformas institucionales	Uso de plataformas como **Google Workspace for Education** (Classroom, Drive, Meet) y **Zoom.**	Demuestra la experiencia de la institución en la gestión de clases virtuales y uso de entornos digitales.
Conectividad y acceso remoto	Personal docente y estudiantes con acceso a **Internet de banda ancha** desde sus hogares o dispositivos móviles.	Posibilita el uso del sistema web sin necesidad de infraestructura física local.
Equipos y dispositivos	Computadoras personales, laptops y dispositivos móviles (tablets y smartphones) utilizados por docentes y alumnos.	Asegura la compatibilidad y accesibilidad del sistema en distintos dispositivos.
Soporte técnico	Equipo de soporte TI encargado de gestionar plataformas, resolver incidencias y mantener la operatividad de las clases virtuales.	Garantiza la asistencia técnica necesaria para la instalación, configuración y mantenimiento del nuevo sistema.
Software educativo		

Herramientas digitales ya implementadas: Google Forms, Jamboard, Moodle y plataformas de práctica matemática en línea.

Indica un entorno favorable para incorporar nuevas herramientas tecnológicas.

Almacenamiento y respaldo

Uso de **Google Drive** y servicios en la nube para almacenamiento y respaldo de información académica.

Asegura la conservación de datos e historial académico de forma segura y accesible. **Capacidades en IA y sistemas inteligentes**

Posibilidad de integrar **APIs externas** (OpenAI) para tareas de generación y retroalimentación automática.

Viabiliza la implementación de la Inteligencia Artificial en el sistema propuesto.

Nota. Tabla que muestra los recursos tecnológicos actuales de la empresa y que tienen relevancia del proyecto.

Factibilidad Operativa

El proyecto es **operativamente viable,** ya que se adapta a las condiciones actuales de CEPUNI Escolar, institución que ya utiliza entornos virtuales de aprendizaje.

Los docentes podrán incorporar el sistema dentro de sus clases sin requerir cambios drásticos en su metodología, mientras que los estudiantes accederán desde cualquier dispositivo con conexión a Internet.

Asimismo, la interfaz será sencilla e intuitiva, lo que facilitará la adopción por parte de usuarios con diferentes niveles de experiencia tecnológica.

Recursos Humanos

Evaluación del Personal

El equipo docente y administrativo de *CEPUNI Escolar* está conformado por profesionales con experiencia en la enseñanza virtual y un manejo intermedio de herramientas tecnológicas como Google Classroom, Meet, Forms y hojas de cálculo.

Si bien la mayoría de docentes no cuenta con formación especializada en el uso de sistemas web avanzados o plataformas con Inteligencia Artificial, muestran una actitud positiva y disposición al aprendizaje, lo que facilita la adopción de nuevas tecnologías.

Se contempla la implementación de un plan de capacitación práctica que incluirá talleres de uso del sistema, sesiones demostrativas y acompañamiento técnico durante la etapa de transición.

Este proceso garantizará que tanto los docentes como los administradores puedan

emplear eficazmente la nueva plataforma desde su puesta en marcha, fortaleciendo así el aprendizaje virtual y la gestión pedagógica.

Análisis de la Estructura Organizacional

CEPUNI Escolar cuenta con una estructura organizativa funcional y flexible, propia de una institución que imparte educación virtual.

Las áreas principales se distribuyen entre Dirección Académica, Coordinación de Nivel, Docentes de Matemática y Ciencias, Área de Soporte Tecnológico y Administración Académica.

Actualmente, los procesos académicos y administrativos se desarrollan mediante diversas plataformas digitales independientes, lo que puede generar duplicidad de información, demoras en la revisión de tareas y falta de integración entre docentes y estudiantes.

El proyecto plantea el desarrollo de un sistema web centralizado, que permita integrar la gestión de ejercicios, tareas, evaluaciones y reportes de rendimiento académico en una sola plataforma virtual.

Con esta solución, la institución fortalecerá su entorno educativo digital, mejorará la comunicación interna y garantizará una retroalimentación más rápida y efectiva entre docentes y estudiantes.

Asimismo, la incorporación del sistema servirá como base para una futura transformación digital integral, favoreciendo la innovación pedagógica y el seguimiento individualizado del progreso de cada alumno.

Factibilidad Económica

La factibilidad económica se considera **alta,** ya que el proyecto no requiere una inversión excesiva en infraestructura física, sino principalmente en **recursos tecnológicos y servicios de software.**

Los costos se centran en equipos de cómputo y conexión a Internet, servicios de hosting y dominio web, licencias o suscripciones a APIs de IA (OpenAI) y mano de obra técnica y horas de desarrollo.

En comparación con plataformas comerciales de aprendizaje adaptativo, el desarrollo propio resulta más económico a mediano plazo, y además puede ampliarse

sin costos de licencia por usuario.

Análisis Costo – Beneficio

Tabla 5 *Tabla de costos*

Tipo de costo Descripción Monto estimado (S/.) Desarrollo de software

Diseño, programación, pruebas e integración completa del sistema web con IA.

S/ 7.000,00

Infraestructura tecnológica

Hosting, dominio, servidor virtual, almacenamiento en la nube y servicios de base de datos.

S/ 2.000,00

Integración con IA Suscripción o uso de APIs de OpenAI / Ollama para generación y retroalimentación automática de ejercicios.

S/ 1.500,00

Capacitación Talleres prácticos de inducción y acompañamiento docente para el uso del sistema.

S/ 1.000,00

Soporte y mantenimiento

Actualizaciones, mejoras y soporte técnico durante el primer año de funcionamiento.

S/ 1.500,00

Expansión institucional progresiva

Adaptación del sistema a nuevos grados, cursos y módulos complementarios.

S/ 2.000,00

Total, **estimado** S/ 15.000,00

Nota. Tabla que engloba los costos del proyecto de Sistema web para la mejora del aprendizaje matemático.

El proyecto "Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con IA" considera una inversión total de S/ 15,000.00, distribuida en rubros que abarcan el desarrollo del sistema, la infraestructura tecnológica y la expansión institucional progresiva.

El desarrollo de software representa la mayor parte de la inversión, ya que comprende el diseño, programación, integración de módulos y pruebas funcionales del sistema web inteligente. Este monto asegura la creación de una plataforma robusta, adaptable y preparada para la integración de Inteligencia Artificial en los procesos

educativos.

La infraestructura tecnológica incluye los servicios de hosting, dominio, servidor virtual, almacenamiento en la nube y base de datos, elementos esenciales para garantizar la disponibilidad continua y el acceso remoto de docentes y estudiantes.

La integración con IA corresponde al uso de APIs de OpenAI u algún motor de IA entrenado específicamente en el área de matemáticas, que permitirán generar ejercicios matemáticos de diferentes niveles, corregir automáticamente las respuestas y ofrecer retroalimentación personalizada. Este componente aporta un valor innovador y diferenciador frente a los sistemas educativos tradicionales.

La capacitación está destinada a fortalecer las competencias digitales de los docentes y administradores mediante talleres prácticos, asegurando un uso eficiente y sostenido del sistema desde su implementación.

El rubro de soporte y mantenimiento garantiza la operatividad del sistema durante el primer año, abarcando la corrección de posibles incidencias, actualizaciones técnicas y mejoras continuas de rendimiento.

Finalmente, la expansión institucional progresiva contempla la adaptación del sistema a nuevos grados, cursos y módulos educativos, permitiendo que la herramienta crezca junto con las necesidades académicas de *CEPUNI Escolar* y asegure su sostenibilidad a mediano y largo plazo.

En conjunto, los S/ 15,000.00 asignados al proyecto cubren todos los aspectos técnicos, formativos y de crecimiento institucional, respaldando una inversión estratégica y sostenible. Esta cifra fue utilizada también en el cálculo del VAN (S/ 35,417.57) y la TIR (74 %), confirmando la viabilidad económica y el impacto positivo de la propuesta tanto en la eficiencia docente como en la calidad del aprendizaje matemático.

VAN Y TIR

> “El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador que permite evaluar la rentabilidad de un proyecto mediante la actualización de los flujos de caja futuros a una tasa de descuento, mientras que la Tasa Interna de Retorno (TIR) representa la tasa que iguala el valor presente de los ingresos con el de los egresos del proyecto” (Baca Urbina, 2021).

Los resultados financieros obtenidos muestran un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 35,417.57 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 74 %, lo que confirma que el proyecto es económicamente viable, rentable y sostenible a mediano plazo.

La implementación del sistema permitirá optimizar los procesos educativos, reducir costos operativos y mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Cabe precisar que el monto total de S/ 15,000.00 considerado en el análisis incluye no solo el desarrollo del software, sino también la infraestructura tecnológica necesaria (servidores, base de datos, hosting, etc.) y los gastos asociados a la expansión institucional progresiva del sistema hacia otros grados o áreas académicas de CEPUNI Escolar.

Por tanto, se concluye que la inversión propuesta representa una apuesta estratégica y sostenible, capaz de generar beneficios económicos y pedagógicos que superan ampliamente los costos iniciales de implementación.

Figura 10

VAN Y TIR CALCULO

Nota. Imagen que demuestra el cálculo del VAN y TIR del proyecto.

Capítulo II

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Enfoque de Desarrollo y del Ciclo de Vida

Enfoque a aplicar

Para el desarrollo del proyecto **"Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con Inteligencia Artificial",** se adoptó el **Agile Unified Process (AUP)** como metodología de desarrollo, complementado con el uso del **marco de trabajo Scrum** para la gestión y ejecución iterativa del proyecto.

Según el **Project Management Institute** (2021), el *Agile Unified Process (AUP)* es reconocido como un antecedente de los enfoques ágiles modernos, caracterizado por la simplificación de procesos del Rational Unified Process, la entrega incremental de valor, la reducción de artefactos y la adaptación continua a los cambios durante el desarrollo del software.

El AUP constituye una adaptación ágil del Proceso Unificado que conserva una estructura disciplinada basada en fases bien definidas, integrando principios ágiles como la iteración continua, la retroalimentación temprana y la adaptación al cambio. Este enfoque permite organizar el proyecto de manera ordenada, asegurando la trazabilidad de los entregables y la alineación con los objetivos académicos e institucionales.

Según Kerzner (2022), "los marcos de trabajo (frameworks) en la gestión de proyectos son estructuras, guías o sistemas de principios, prácticas y procesos que permiten organizar, dirigir y controlar los proyectos de manera estandarizada".

Por su parte, Scrum se utiliza como un marco de trabajo operativo dentro de las fases del AUP, facilitando la planificación del trabajo, la priorización de funcionalidades y el seguimiento del avance del desarrollo mediante iteraciones cortas.

La combinación de ambos enfoques permite mantener el rigor metodológico requerido en un proyecto académico, sin perder la flexibilidad necesaria para responder a cambios durante el desarrollo del sistema.

Nota. En la imagen se muestra el flujo de trabajo del framework ágil SCRUM, Scrum.org(https://www.scrum.org/resources/what-scrum-module)

"Scrum es un marco de trabajo liviano que ayuda a las personas, equipos y organizaciones a generar valor a través de soluciones adaptativas para problemas complejos." (Schwaber & Sutherland, 2023, p. 4)

La elección del **marco de trabajo Scrum,** en complemento con el **Agile Unified Process (AUP),** se debe a su enfoque flexible, colaborativo y orientado a

Figura 11 *Framework Scrum*

resultados, el cual permite gestionar el desarrollo del software mediante **iteraciones cortas que generan incrementos funcionales del producto.** Este enfoque facilita la participación activa de los desarrolladores, docentes y supervisores académicos a lo

largo de las distintas fases definidas por el AUP, promoviendo la retroalimentación continua y asegurando que el sistema responda a los requerimientos reales de la institución educativa. Asimismo, el uso de Scrum como mecanismo operativo dentro de la fase de construcción permite organizar el trabajo de manera eficiente, priorizar funcionalidades de mayor valor y adaptar el sistema conforme evolucionan las necesidades del proyecto.

El **ciclo de vida iterativo e incremental,** integrado al enfoque **Agile Unified Process (AUP)** y gestionado operativamente mediante el marco de trabajo **Scrum,** complementa el proceso de desarrollo al permitir la construcción progresiva del sistema a través de iteraciones sucesivas de planificación, implementación, validación y mejora continua. En cada iteración se obtiene un incremento funcional del producto, el cual es evaluado y ajustado a partir de la retroalimentación proporcionada por los usuarios y los responsables académicos. Este mecanismo contribuye a reducir el riesgo de errores acumulativos, mejorar la calidad del software y asegurar la trazabilidad de los entregables. Asimismo, este enfoque permite que el sistema web evolucione de manera ordenada y adaptable, incorporando nuevas funcionalidades conforme avanza el desarrollo, garantizando una adecuada alineación con los objetivos institucionales de CEPUNI Escolar y una mayor satisfacción del usuario final.

Figura 12

Ciclo de desarrollo Iterativo

Nota. En la ilustración se muestra el ciclo de vida iterativo que se presenta durante el desarrollo de software, PMP(https://tuproyecto1.wordpress.com/ciclo-de-vida-iterativos/)

De acuerdo con el IEEE Computer Society (2023), el ciclo de vida del software describe las etapas necesarias para planificar, desarrollar, verificar, desplegar y mantener un producto de software, integrando procesos técnicos y de gestión que permiten asegurar su calidad, sostenibilidad y evolución durante todo su período de uso.

Justificación de metodología a utilizar

La metodología seleccionada para el desarrollo del presente proyecto es el **Agile Unified Process (AUP),** complementado con el **marco de trabajo Scrum** para la gestión iterativa del desarrollo del software. Esta combinación metodológica permite integrar una estructura formal y disciplinada con prácticas ágiles orientadas a la entrega

continua de valor.

El AUP proporciona una base metodológica sólida mediante la definición clara de fases, roles y artefactos, lo cual resulta especialmente adecuado para proyectos académicos que requieren documentación, trazabilidad y control del proceso de desarrollo. Por su parte, Scrum se incorpora como un marco de trabajo operativo que facilita la planificación, ejecución y seguimiento de las iteraciones, promoviendo un enfoque flexible, colaborativo y orientado a resultados.

En este sentido, Girón Sevillano (2021) señala que Scrum "por su estructuración es compatible con el desarrollo y mantenimiento de productos de todo tipo de industrias, siendo un marco de trabajo adaptativo con la finalidad de ofrecer un resultado lo más eficiente y optimizado posible" (p. 45). Esta característica permite gestionar eficazmente los cambios y necesidades que surgen durante la construcción del software.

A diferencia de los enfoques tradicionales de tipo secuencial y rígido, la integración de AUP con Scrum favorece la entrega progresiva de incrementos funcionales, la retroalimentación temprana de los usuarios y la mejora continua del producto en cada iteración. En el contexto de CEPUNI Escolar, donde se busca implementar un sistema web innovador con Inteligencia Artificial aplicada al aprendizaje matemático, resulta indispensable contar con un enfoque metodológico que permita ajustar las funcionalidades conforme se valida su impacto pedagógico y tecnológico.

Asimismo, la naturaleza colaborativa y transparente de Scrum facilita la participación activa de desarrolladores, docentes y supervisores académicos a lo largo de las distintas fases definidas por el AUP, garantizando que el sistema final responda a las necesidades reales de la institución educativa y aporte valor en cada entrega.

El uso del ciclo de vida iterativo e incremental, integrado al AUP y gestionado mediante Scrum, refuerza este enfoque al permitir que el sistema evolucione de manera

gradual y controlada, incorporando mejoras continuas sin interrumpir el avance del proyecto. Esto contribuye a reducir el riesgo de errores acumulativos, mejorar la calidad del software y aumentar la satisfacción del usuario final.

En conclusión, la elección de la combinación **AUP + Scrum** se justifica por su capacidad de adaptación al cambio, entrega progresiva de valor, participación activa de los usuarios y orientación a la mejora constante, factores esenciales para garantizar el éxito del desarrollo del **Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con Inteligencia Artificial.**

Arquitectura de Software a utilizar

Figura 13 *Arquitectura de Capas*

Nota. representación de la arquitectura de capas que se usara para el desarrollo del software mencionado.

"La arquitectura en capas organiza el sistema en niveles jerárquicos donde cada capa tiene responsabilidades específicas, permitiendo separar la presentación, la lógica de negocio y el acceso a datos para mejorar la mantenibilidad y escalabilidad del software" (Pressman & Maxim, 2020, p. 156).

El sistema propuesto se desarrollará bajo una arquitectura por capas, estructurada en tres niveles principales: Cliente SPA (Front-End), API (Back-End) y Servicios Externos (Inteligencia Artificial y Base de Datos).

Este enfoque permitira separar las responsabilidades de cada componente, mejorando la mantenibilidad, escalabilidad y seguridad del sistema web.

1. Capa de Presentación (Front-End)

Corresponde a la interfaz de usuario del sistema, desarrollada como una Single Page Application (SPA) utilizando las tecnologías React.js y TanStack Query.

Esta capa es responsable de la interacción directa con el usuario, proporcionando una experiencia fluida y dinámica al permitir la carga asíncrona de datos sin necesidad de recargar la página completa.

A través de esta capa, los estudiantes y docentes pueden acceder a los módulos del sistema, visualizar ejercicios, enviar respuestas, recibir retroalimentación automática y consultar su progreso académico.

"Una aplicación de página única (Single *Page Application,* SPA) es una aplicación web que carga una sola página HTML y actualiza dinámicamente el contenido conforme el usuario interactúa con ella, evitando recargas completas y mejorando la experiencia de navegación" (MDN Web Docs, 2023).

2. Capa Lógica o de Negocio (Back-End / API)

Esta capa está desarrollada con Spring Boot, e integra Spring Security, JWT (JSON Web Tokens) y Swagger.

• Spring Boot proporciona el entorno robusto y modular necesario para la gestión de peticiones, controladores y servicios.

• Spring Security garantiza la autenticación y autorización de usuarios, protegiendo la comunicación entre cliente y servidor.

• JWT REST permite la validación segura de sesiones y credenciales de acceso, reduciendo vulnerabilidades.

• Swagger Services documenta las APIs REST, facilitando el mantenimiento y la interoperabilidad con futuros módulos o aplicaciones externas.

Esta capa actúa como intermediaria entre el cliente y las fuentes de datos, procesando la lógica del negocio y gestionando la comunicación con la base de datos y los servicios de inteligencia artificial.

3. Capa de Datos y Servicios Inteligentes (IA y BD)

La base de datos utilizada será MySQL 8, encargada del almacenamiento estructurado de la información: usuarios, cursos, ejercicios, resultados y reportes.

Por su parte, la Inteligencia Artificial (IA) —basada en la integración con OpenAI— permitirá la generación automática de ejercicios matemáticos, la evaluación de respuestas y la retroalimentación personalizada al estudiante, ajustando el nivel de

dificultad según su desempeño.

"La API de OpenAI proporciona una interfaz sencilla para acceder a modelos de inteligencia artificial de última generación, permitiendo a los desarrolladores integrar capacidades avanzadas de IA en sus aplicaciones mediante solicitudes HTTP y la obtención de respuestas generadas por estos modelos" (OpenAI API Reference, 2025).

Ambos servicios (BD e IA) se comunican directamente con la API del Back-End, garantizando una arquitectura modular donde cada componente puede ser actualizado o reemplazado sin afectar al resto del sistema.

Ventajas de la Arquitectura Aplicada

• Favorece la separación de responsabilidades, facilitando el mantenimiento del sistema.

• Permite una comunicación eficiente entre el cliente, la base de datos y los servicios de IA.

• Facilita la escalabilidad, permitiendo agregar nuevas funciones o módulos en el futuro.

• Mejora la seguridad y la trazabilidad de los procesos mediante autenticación con JWT.

• Incrementa la experiencia de usuario, ofreciendo una interfaz moderna, dinámica y de respuesta inmediata.

Modelos, métodos y artefactos a aplicar

Modelo Ágil Iterativo e Incremental

El modelo de desarrollo adoptado para este proyecto es el **modelo ágil iterativo e incremental,** el cual permite construir el sistema web de manera progresiva mediante la entrega de incrementos funcionales en períodos cortos de tiempo. Este modelo se encuentra alineado con el **Agile Unified Process (AUP),** el cual organiza el desarrollo del software en fases bien definidas, manteniendo un enfoque iterativo orientado a la mejora continua.

A diferencia de los modelos tradicionales de tipo secuencial, donde las fases se ejecutan una sola vez y de manera rígida, el modelo iterativo propone un proceso evolutivo en el que se diseñan, implementan, prueban y refinan partes del sistema en cada iteración. Este enfoque permite incorporar ajustes y mejoras conforme se obtiene

retroalimentación durante el desarrollo.

Este modelo resulta especialmente adecuado para el proyecto **"Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con Inteligencia Artificial",** ya que facilita la adaptación del sistema a los requerimientos reales de docentes y estudiantes, garantizando que la plataforma evolucione conforme se validan las funcionalidades de generación automática de ejercicios, corrección inteligente y retroalimentación personalizada.

Tal como señalan Proyectos Ágiles (s. f.), "en un desarrollo iterativo e incremental, el proyecto se planifica en bloques temporales (iteraciones) que entregan valor progresivo, permitiendo adaptar el producto a los requisitos cambiantes y al feedback del cliente".

Marco de trabajo SCRUM

Como complemento al enfoque metodológico definido por el AUP, se emplea el **marco de trabajo Scrum** para la gestión operativa de las iteraciones durante la fase de construcción del sistema. Scrum permite organizar el desarrollo en ciclos cortos de trabajo, denominados iteraciones, con una duración aproximada de dos a tres semanas, facilitando la planificación, el seguimiento y la validación continua del producto. Durante cada iteración se desarrollan funcionalidades priorizadas según su valor educativo y técnico, tales como la gestión de tareas, la generación automática de ejercicios matemáticos y la retroalimentación personalizada mediante Inteligencia Artificial.

Las principales prácticas de Scrum aplicadas en el proyecto son:

• **Planificación de la iteración,** donde se definen los objetivos y funcionalidades a desarrollar.

• **Reuniones de seguimiento,** orientadas a evaluar el avance del trabajo y resolver dificultades.

• **Revisión de la iteración,** en la que se valida el incremento del sistema junto al representante de la institución educativa.

• **Lecciones aprendidas,** enfocadas en la mejora continua del proceso de desarrollo.

El uso de Scrum favorece la colaboración constante entre los miembros del equipo, la transparencia del proceso y la entrega progresiva de valor, contribuyendo a que el sistema desarrollado responda de manera efectiva a las necesidades de CEPUNI Escolar.

ARTEFACTOS

Durante el desarrollo del sistema se utilizarán los artefactos definidos por el **Agile Unified Process (AUP),** complementados con prácticas del **marco de trabajo Scrum,** con la finalidad de garantizar el control, la trazabilidad y la calidad del proyecto. Estos artefactos permiten documentar el avance del sistema, validar los requisitos y asegurar la correcta comunicación entre los actores involucrados.

Tabla 6 *Tabla de artefactos entregar*

Artefacto	**Descripción**
Lista de requisitos y casos de uso	Documento que consolida los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, expresados mediante casos de uso y priorizados según su valor educativo y técnico.
Plan de iteraciones	Documento que organiza las funcionalidades a desarrollar en cada iteración, alineado a las fases del AUP y gestionado operativamente mediante Scrum.
Incremento del sistema	Versión funcional del sistema web desarrollada al finalizar cada iteración, que incorpora nuevas funcionalidades validadas.
Documentación técnica	Conjunto de documentos que incluye diagramas de arquitectura, modelos UML, diagramas BPMN, modelo de base de datos y descripción técnica del sistema.
Registro de validación y retroalimentación	Documento que recopila observaciones, sugerencias y validaciones realizadas por docentes y responsables académicos durante el desarrollo.
Lecciones aprendidas	Registro de mejoras identificadas durante las iteraciones, orientadas a optimizar el proceso de desarrollo y la calidad del sistema.

Nota. Tabla de artefactos a entregar al finalizar el proyecto.

"Los artefactos de Scrum representan el trabajo o el valor creado, y están diseñados para maximizar la transparencia de la información clave. Cada artefacto cuenta con un compromiso que ayuda al equipo a comprender si está progresando" (Scrum.org, 2025).

Planificación del Proyecto

Plan del Proyecto

El presente proyecto titulado **"Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con Inteligencia Artificial (IA)"** tiene como propósito el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma web educativa que incorpore herramientas de Inteligencia Artificial para optimizar la corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en entornos virtuales.

El proyecto se desarrollará utilizando el **Agile Unified Process (AUP)** como metodología de desarrollo, complementado con el **marco de trabajo Scrum** y un **ciclo de vida iterativo e incremental,** lo que permite un proceso flexible, dinámico y orientado a la entrega progresiva de valor. Este enfoque metodológico facilita la planificación estructurada del proyecto, así como la adaptación a los cambios que puedan surgir durante el desarrollo del sistema.

Durante las iteraciones gestionadas mediante Scrum, se implementarán de manera progresiva los diferentes módulos del sistema, priorizando aquellos que generen mayor impacto en la mejora del aprendizaje matemático y en la eficiencia del trabajo docente. Cada incremento funcional será evaluado y ajustado a partir de la retroalimentación obtenida, asegurando que la solución desarrollada responda a las necesidades reales de CEPUNI Escolar.

Tabla 7 *Plan de Proyecto*

Elemento Descripción Propósito del Proyecto Desarrollar un sistema web inteligente que automatice la corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en CEPUNI Escolar, incorporando Inteligencia Artificial para optimizar el aprendizaje y la gestión docente en entornos virtuales.

Alcance del Producto El sistema abarcará la creación de una plataforma web con módulos para docentes y estudiantes, permitiendo la generación automática de ejercicios, la evaluación inmediata y la retroalimentación personalizada mediante IA. Incluirá autenticación por roles, base de datos relacional (MySQL) y conexión con API de IA.

Entregables Principales

- Sistema web funcional con panel docente y módulo de práctica estudiantil. - Base de datos estructurada con usuarios, cursos, niveles y evaluaciones. - Módulo de generación y corrección automática de ejercicios con IA. - Reportes de rendimiento académico y estadísticas de progreso. - Manual de usuario y documentación técnica.

Fuera del Alcance - Integración con plataformas externas (Google Classroom, Moodle, etc.). - Implementación de chat en tiempo real. - Módulos de gestión administrativa (matrículas, pagos o certificados).

Supuestos del Proyecto - El sistema será utilizado principalmente en entornos virtuales educativos. - Los docentes y alumnos cuentan con acceso estable a internet. - Se dispone de infraestructura tecnológica básica para el despliegue del sistema.

Restricciones - Limitación presupuestaria de S/ 15,000 para desarrollo, infraestructura y expansión inicial. - Plazo estimado de desarrollo: 2 meses y medio. - Recursos humanos limitados al equipo desarrollador y asesor académico.

Criterios de Aceptación - El sistema debe permitir el registro y autenticación de usuarios. - Debe generar ejercicios matemáticos automáticos con IA y corregirlos adecuadamente. - La retroalimentación debe mostrarse en tiempo real al estudiante. - El sistema debe estar disponible en entorno web accesible y funcional.

Nota. Tabla que engloba los puntos principales del plan de proyecto.

Declaración y Alcance del Proyecto

El sistema web inteligente abarca la gestión de tareas y prácticas matemáticas en la modalidad virtual, incluyendo las siguientes funcionalidades principales:

• Generación automática de ejercicios por curso o nivel mediante Inteligencia Artificial (OpenAI).

• Corrección automática de respuestas (texto o imagen) a través de algoritmos de IA que brindan retroalimentación inmediata y personalizada.

• Módulo de práctica libre adaptativa, donde el estudiante puede reforzar temas específicos según su desempeño.

• Panel docente con indicadores de progreso y rendimiento académico de los estudiantes.

• Base de datos centralizada que administra usuarios, cursos, niveles, ejercicios y registros de evaluaciones.

• Autenticación segura y gestión de roles (Alumno, Docente, Administrador) mediante tokens JWT.

• Conexión con base de datos MySQL 8 y comunicación con el servicio de IA a través de la API del sistema.

Fuera del Alcance del Proyecto

Durante esta primera fase de implementación, el sistema no contempla:

• La creación o integración de un módulo de evaluación oral o videoclases automáticas.

• El soporte para idiomas adicionales al español.

• Las funcionalidades de chat en tiempo real entre alumnos y docentes.

• Un módulo administrativo para gestión de pagos, matrículas o certificados.

• La integración directa con plataformas externas (Google Classroom, Moodle, entre otras).

Con esta delimitación, se asegura que la primera versión del sistema se enfoque

en los procesos pedagógicos esenciales: **práctica, evaluación y retroalimentación inteligente,** dejando abierta la posibilidad de expansión futura hacia la gestión académica integral.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Desarrollar un sistema web inteligente que optimice la corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en la Institución Educativa *CEPUNI Escolar,* utilizando Inteligencia Artificial para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y la eficiencia docente en entornos virtuales.

Objetivos Específicos

1. Modelar el proceso de corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en *CEPUNI Escolar.*

2. Analizar y diseñar el sistema web inteligente para optimizar el aprendizaje matemático.

3. Construir el sistema integrando Inteligencia Artificial para la generación y corrección automática de ejercicios.

4. Realizar pruebas funcionales y de rendimiento que validen el correcto funcionamiento del sistema.

5. Implementar y poner en marcha el sistema para su uso efectivo por docentes y estudiantes.

Estos objetivos se alinean con el ciclo de vida iterativo del software, desarrollando el sistema en fases sucesivas de análisis, diseño, implementación, pruebas y despliegue final.

Beneficios del Proyecto

La implementación del sistema web con Inteligencia Artificial aportará beneficios significativos a la comunidad educativa de *CEPUNI Escolar,* tanto en el ámbito pedagógico como en la gestión institucional.

Tabla 8 *Beneficios tecnológicos y educativos*

Categoría Beneficio Descripción Educativos Agiliza la corrección y retroalimentación

Reduce significativamente la carga manual del docente al automatizar la revisión de ejercicios matemáticos. Brinda feedback inmediato y personalizado

Permite al estudiante recibir una retroalimentación instantánea adaptada a su desempeño, fomentando el aprendizaje autónomo. Favorece el pensamiento lógico y crítico

Genera ejercicios personalizados mediante IA que estimulan la resolución analítica y el razonamiento matemático. Promueve la motivación y el compromiso estudiantil

Integra elementos interactivos y adaptativos que incrementan la participación y el interés del estudiante en la práctica matemática.

Tecnológicos y Administrativos

Introduce tecnologías de Inteligencia Artificial

Incorpora herramientas modernas de IA en la enseñanza virtual, fortaleciendo la innovación institucional.

Facilita el seguimiento del progreso académico

Proporciona paneles visuales con estadísticas y rendimiento, permitiendo una evaluación continua y objetiva.

Optimiza el tiempo docente Automatiza tareas rutinarias, permitiendo que los docentes se enfoquen en el acompañamiento pedagógico.

Permite la expansión institucional futura

Sienta las bases tecnológicas para incorporar nuevas áreas académicas o niveles educativos en versiones posteriores del sistema.

Nota. Tabla que muestra beneficios educativos y tecnológicos por la implementación

Cronograma

Nota. En la imagen se muestra el Cronograma del proyecto implementado las fases

AUP e iteraciones SCRUM.

Interesados

"Los interesados son personas u organizaciones que pueden afectar, verse

afectadas o percibirse como afectadas por una decisión, actividad o resultado de un

1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 INICIO Analisisdel problema Definicion del Alcance Visión delproducto Reunióninicial(Kick off) Identificación de Interesados Definición de Objetivos delproyecto Identificacion de riesgos iniciales Aprobación acta de constitución PLANIFICACION Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) Priorizacióndel Product Backlog Modelado de procesos(BPMN) Identificación y documentación de casos de uso} Definición de Arquitectura de Software Diseño del modelo de datos Plan de Iteraciones CONSTRUCCION(ITERACION SCRUM) ITERACION 1(SPRINT) – Seguridad, Autenticación y Gestión de Usuarios HU01 – Registro e inicio de sesión HU02 – Asignación de roles HU03 – Editar usuarios HU04 – Recuperación de contraseña HU05 – Desactivar usuarios HU23 – Seguridad del sistema ITERACION 2 –Gestión Académica y Estructura Curricular HU19 – Registrar cursos, nivelesysecciones HU21 – Asociar temas y subtemas HU22 – Asignar docentes a cursos HU24 – Acceso desde cualquier dispositivo HU25 – Estabilidad y rendimiento Revisión y Retrospectiva Sprint 2 ITERACION 3 –IA: Generación yCorrección Automática HU06 – Generaciónautomática de ejercicios HU07 – Retroalimentación automática HU08 – Corrección automática para docente HU09 – Revisión previa del docente HU10 – Enviar respuesta en imagen ITERACION 4 –PrácticaAdaptativa HU11 – Práctica adaptativa HU12 – Seguimiento docente HU13 – Ejercicios aleatorios HU14 – Pistas de resolución ITERACION 5 –Panel de Reportes y Monitoreo Académico HU15 – Panel con estadísticas HU16 – Reportes consolidados HU17 – Reporte por estudiante HU18 – Exportar Excel/PDF HU20 – Asignar ejercicios específicos TRANSICIÓN Pruebas de aceptación del sistema Corrección de incidencias finales Elaboracióndel manual de usuario Capacitacióna docentes Despliegue del sistema Acta de conformidaddel proyecto Lecciones aprendidas

ENERO ACTIVIDADES OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE

TIEMPO DE DURACION

Figura 14 *Cronograma*

proyecto" (Project Management Institute [PMI], 2021).

Los principales interesados en el proyecto son las autoridades, docentes y estudiantes de la Institución Educativa *CEPUNI Escolar,* quienes se beneficiarán directamente de la implementación del sistema web.

El director y los docentes representan los actores clave en la toma de decisiones y validación del sistema, mientras que los estudiantes son los usuarios finales del producto.

Asimismo, el asesor académico y el desarrollador del proyecto (tesista) cumplen roles fundamentales en la gestión técnica, metodológica y de ejecución, garantizando el cumplimiento de los objetivos planteados.

Tabla 9 *Tabla de Interesados*

Interesado Rol en el proyecto

Interés Nivel de influencia

Necesidades / Expectativas

Estrategia de gestión Director de CEPUNI Escolar

Patrocinador Alto Alto Que el sistema mejore el desempeño académico y la gestión docente.

Mantenerlo informado sobre los avances y resultados del proyecto mediante reportes semanales. **Docentes del área de Matemática**

Usuarios principales

Alto Medio Disminuir la carga de corrección manual y mejorar la retroalimentación hacia los estudiantes.

Incluirlos en pruebas funcionales y capacitaciones para validar el sistema.

Estudiantes de CEPUNI Escolar

Usuarios finales Alto Bajo Recibir retroalimentación inmediata y ejercicios personalizados.

Diseñar una interfaz amigable e intuitiva con apoyo visual y ejercicios adaptativos.

Equipo de desarrollo (alumno tesista)

Desarrollador / responsable técnico

Alto Alto Implementar un sistema funcional, estable y dentro del plazo establecido.

Aplicar metodología ágil (Scrum) para cumplir entregas parciales y ajustarse a los requerimientos.

Asesor académico de tesis

Supervisor técnico y metodológico

Medio Alto Que el sistema cumpla criterios técnicos y académicos establecidos por la institución.

Informar sobre avances mediante entregables parciales y revisiones.

Área de soporte tecnológico

Mantenimiento y soporte futuro

Medio Medio Garantizar que el sistema pueda mantenerse y actualizarse sin complicaciones.

Documentar adecuadamente la arquitectura, dependencias y uso de servicios IA.

Padres de familia Beneficiarios indirectos

Bajo Bajo Mejorar el rendimiento académico de sus hijos mediante el uso del sistema.

Comunicar resultados visibles del impacto educativo.

Nota. En la siguiente tabla se muestra todos lo interesados en el proyecto.

Supuestos

El desarrollo del sistema web se sustenta en una serie de supuestos que

garantizan su correcta ejecución y operatividad.

Se asume que la institución educativa *CEPUNI Escolar* cuenta con la

infraestructura tecnológica básica, incluyendo acceso a internet estable y equipos

adecuados para docentes y estudiantes.

Asimismo, se considera la participación de los usuarios en las fases de

validación y capacitación, asegurando una adecuada adopción del sistema.

Otro supuesto fundamental es la disponibilidad del presupuesto asignado para cubrir los

costos de desarrollo, integración con Inteligencia Artificial e infraestructura tecnológica.

Tabla 10 *Tabla de Supuestos*

Categoría Supuesto Impacto si no se cumple Estrategia de mitigación

Tecnológica

La institución dispone de conexión estable a internet y equipos con navegador actualizado.

Dificultades para acceder al sistema o pérdida de funcionalidad.

Asegurar compatibilidad multiplataforma (PC, tablet, móvil) y optimizar rendimiento.

Organizacional Los docentes y estudiantes participarán activamente en el uso y validación del sistema.

Retraso en la adopción o falta de retroalimentación para mejoras.

Capacitación previa y soporte continuo durante la implementación.

Económica Se mantiene el presupuesto estimado de S/ 15,000 para desarrollo, infraestructura y expansión inicial.

Retrasos o limitaciones en las funcionalidades planificadas.

Controlar gastos por fases y priorizar componentes críticos del sistema.

Académica El sistema será integrado progresivamente dentro del entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Baja aceptación institucional o falta de uso.

Presentar evidencia del impacto positivo y beneficios pedagógicos.

De tiempo El desarrollo se completará dentro del periodo estimado (12 noviembre – 12 enero).

Retraso en la entrega final o pérdida de control sobre los sprints.

1 Aplicar gestión ágil con entregas iterativas y revisión semanal.

Legal / Ética El uso de IA y datos estudiantiles se regirá bajo políticas de privacidad y ética educativa.

Posibles conflictos con protección de datos o uso indebido.

Implementar anonimización de datos y buenas prácticas de ciberseguridad.

Nota. En la tabla se ve los supuestos del proyecto.

Factores Críticos de Éxito

El éxito del proyecto dependerá de una serie de factores clave que aseguren el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Entre ellos, destaca la correcta planificación y gestión del tiempo, permitiendo desarrollar el sistema dentro del plazo establecido.

Asimismo, será fundamental mantener un nivel de calidad técnica y pedagógica, garantizando que la plataforma cumpla con los requerimientos funcionales y favorezca el aprendizaje matemático.

Otro factor determinante será la aceptación y participación activa de los docentes y estudiantes, quienes validarán y utilizarán el sistema de manera continua.

De igual forma, la integración efectiva de la Inteligencia Artificial y la disponibilidad de una infraestructura tecnológica estable serán esenciales para el correcto funcionamiento del sistema.

Tabla 11 *Factores Critcos de Éxito*

Factor Crítico de Éxito	**Descripción Indicador de cumplimiento**
Cumplimiento del cronograma	Desarrollar e implementar el sistema dentro del periodo establecido (12 nov – 12 ene).

Entrega final del sistema funcional dentro del plazo previsto.

Calidad del software

El sistema debe cumplir con estándares de funcionalidad, rendimiento y usabilidad.

Resultado satisfactorio en pruebas funcionales y de usuario (>90% de aprobación).

Adopción por parte de docentes y estudiantes

El sistema debe ser comprendido y utilizado activamente por los usuarios.

Porcentaje de usuarios capacitados que utilizan el sistema (>80%).

Integración efectiva de IA

La IA debe generar y corregir ejercicios correctamente y brindar retroalimentación pertinente.

Precisión y coherencia de las respuestas generadas por IA (>85% de efectividad).

Soporte técnico y mantenimiento

La infraestructura y el código deben ser sostenibles y actualizables.

Sistema operativo estable con documentación técnica completa.

Satisfacción institucional

El sistema debe contribuir a la mejora del aprendizaje y al prestigio del CEPUNI Escolar.

Encuesta de satisfacción institucional positiva (>80%).

Nota. Se observa la tabla que recopila los factores críticos del desarrollo del sistema web.

Riegos

La identificación y análisis de los riesgos del proyecto permiten anticipar posibles situaciones que podrían afectar el desarrollo, la calidad o el cumplimiento de los objetivos del sistema web propuesto. Estos riesgos abarcan aspectos técnicos, operativos, económicos, de seguridad y de aceptación por parte de los usuarios, los cuales han sido evaluados considerando su probabilidad de ocurrencia y el impacto que podrían generar en el proyecto. A partir de este análisis, se definieron estrategias de mitigación orientadas a prevenir, reducir o controlar los efectos negativos, tales como la planificación iterativa, la realización de pruebas continuas, la capacitación de los usuarios y la aplicación de buenas prácticas de seguridad informática. La gestión adecuada de los riesgos contribuye a una ejecución más ordenada y controlada del proyecto, fortaleciendo la toma de decisiones y asegurando la viabilidad, estabilidad y sostenibilidad del sistema web en el entorno educativo de CEPUNI Escolar.

Tabla 12 *Matriz de riesgos*

Tipo de Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Estrategia de Mitigación
Técnico	Fallas en la integración de la API de Inteligencia Artificial.	Media	Alta	Alto	Realizar pruebas tempranas y tener una API alternativa (OpenAI).
Operativo	Retraso en el desarrollo por carga académica o falta de tiempo.	Alta	Media	Alto	Definir entregas semanales (Sprints) y seguimiento con Scrum Board.
Económico	Aumento de costos por uso extendido de servicios en la nube o IA.	Media	Media	Medio	Controlar presupuesto y priorizar componentes críticos.
De aceptación del usuario	Resistencia de docentes o estudiantes al cambio tecnológico.	Media	Alta	Alto	Brindar capacitaciones y soporte continuo durante la adopción.
De seguridad	Posible vulneración o pérdida de datos de usuarios.	Baja	Alta	Medio	Implementar encriptación, autenticación JWT y copias de seguridad automáticas.
De calidad	Que el sistema no cumpla con las expectativas funcionales o pedagógicas.	Media	Alta	Alto	Realizar pruebas de usuario e iteraciones de mejora en cada sprint.

Nota. Tabla que muestra los riesgos del desarrollo del sistema web.

La Tabla 12 presenta la **matriz de riesgos** identificados durante el desarrollo del sistema web, considerando los aspectos técnicos, operativos, económicos, de aceptación del usuario, de seguridad y de calidad del software. En cada caso se analizan la probabilidad de ocurrencia, el impacto potencial y el nivel de riesgo asociado, lo que permite priorizar aquellos que requieren mayor atención durante la ejecución del proyecto. Asimismo, se establecen estrategias de mitigación orientadas a reducir o controlar los efectos negativos de cada riesgo, tales como la realización de pruebas tempranas, la planificación iterativa mediante sprints, la capacitación de los usuarios y la aplicación de medidas de seguridad informática. Este análisis contribuye a una gestión preventiva del proyecto, fortaleciendo la toma de decisiones y asegurando el cumplimiento de los objetivos planteados, así como la viabilidad y sostenibilidad del sistema web propuesto.

Comunicaciones

Tabla 13 *Matriz de Comunicaciones*

Stakeholder Información Formato Frecuencia Responsable Canal Director de CEPUNI Escolar

Informes de avance general del proyecto, cumplimiento de objetivos y beneficios esperados.

Informe PDF / Resumen ejecutivo

Quincenal Tesista – Desarrollador principal

Correo institucional / Reunión virtual (Meet)

Asesor académico Avances técnicos y metodológicos del sistema, revisión de documentación y código.

Documentos técnicos / Plataforma de gestión

Semanal Tesista – Desarrollador principal

Google Docs / WhatsApp / Reunión virtual

Equipo docente (área de Matemática)

Capacitación en el uso del sistema, resultados de pruebas y sugerencias.

Manual de usuario / Documento PDF

Antes de la entrega final Tesista / Equipo de capacitación

Reunión virtual / Manual digital / Plataforma interna **Estudiantes usuarios** Guía de uso, acceso al sistema y reportes de rendimiento.

Documentación básica / Guía interactiva

Antes del lanzamiento Tesista / Coordinador de aula

Plataforma web del sistema / WhatsApp institucional **Soporte técnico** Procedimientos para mantenimiento, corrección de errores y

Documentación técnica / Base de conocimientos

Bajo demanda Tesista – Desarrollador Repositorio técnico (GitHub / Drive)

actualización de módulos.

Jurado de titulación / Institución

Entrega final del sistema, manual técnico y memoria de proyecto.

Informe académico / Presentación PDF

Única (fase final) Tesista – Asesor académico

Presentación presencial / Documento PDF / Drive

Área administrativa (futura gestión del sistema)

Informe de impacto y sostenibilidad del sistema en el entorno educativo.

Documento ejecutivo / Presentación

Trimestral (fase postproyecto)		
Dirección académica	Correo institucional / Reunión virtual	

Nota. Tabla que representa la matriz de comunicaciones del proyecto.

La matriz de comunicaciones presenta la planificación de los flujos de información del proyecto, estableciendo de manera clara los actores involucrados, el tipo de información a transmitir, los medios de comunicación, la frecuencia y los responsables de cada proceso comunicativo. Esta herramienta permite asegurar que la información relevante llegue de forma oportuna y adecuada a cada interesado, facilitando la coordinación entre las autoridades institucionales, el equipo académico, el equipo de desarrollo y los usuarios finales. Asimismo, la matriz contribuye a mantener la transparencia del proyecto, reducir posibles malentendidos y fortalecer el seguimiento de los avances, garantizando una comunicación efectiva durante todas las fases del desarrollo e implementación del sistema web.

> "La matriz de comunicaciones es una herramienta que permite planificar y controlar el flujo de información del proyecto, al definir qué información se comunica, a quién va dirigida, con qué frecuencia y por qué medios, con el propósito de asegurar una comunicación efectiva entre los interesados"
>
> (Kerzner, **2022).**

Capítulo III

EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Fase Inicio

Presentación del Lanzamiento de Trabajo (Kick Off)

1.Portada

2.Agenda

3. La Organización Cliente

4. Descripción de la Necesidad

5. Descripción de la Solución

6. Alcance y exclusiones

7. Objetivos del proyecto (General y Específicos)

8. Costos

9. Cronograma e Hitos

10. Supuestos, Restricciones

11. Riesgos

Acta de Constitución

Tabla 14

Acta de Constitución

Acta de Constitución del Proyecto Título del Proyecto: Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con Inteligencia Artificial (IA) **Patrocinador del Proyecto:**

Dirección Académica de CEPUNI Escolar

Fecha de Inicio: 12/10/2025 **Fecha de Finalización:**

12/01/2026

Resumen ejecutivo El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar e implementar un Sistema Web Inteligente que optimice los procesos de corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos en la institución educativa CEPUNI Escolar, integrando herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y la eficiencia docente.

El sistema permitirá la generación automática de ejercicios, la evaluación en tiempo real y la retroalimentación personalizada, adaptada al nivel de desempeño de cada alumno. Además, ofrecerá un panel docente con indicadores de progreso y estadísticas académicas, así como un módulo de práctica adaptativa que incentive el aprendizaje autónomo.

Esta solución busca fortalecer la calidad educativa institucional, promover el uso innovador de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje y reducir las brechas existentes en el entorno virtual.

Objetivos del Proyecto *Desarrollar un sistema web inteligente que permita automatizar la corrección de ejercicios matemáticos. *Integrar herramientas de IA (Ollama / OpenAI) para generar ejercicios adaptados y retroalimentación inmediata. *Implementar un módulo de práctica por niveles que refuerce los aprendizajes del estudiante. *Diseñar un panel docente con indicadores de progreso académico. *Optimizar el tiempo de los docentes en procesos de corrección y seguimiento académico. *Promover el aprendizaje autónomo y personalizado de los estudiantes en modalidad virtual. Alcance del Proyecto El proyecto incluirá las siguientes actividades: •Análisis y diseño del sistema web educativo para el área de Matemática. •Desarrollo del módulo

de gestión de cursos y ejercicios por temas, grados y niveles. •Implementación del módulo de retroalimentación automática con IA. •Creación del módulo de práctica adaptativa para los estudiantes. •Diseño del panel docente con reportes estadísticos y de rendimiento. •Implementación del sistema de autenticación y roles (Docente, Estudiante, Administrador). •Pruebas funcionales, capacitación docente y despliegue del sistema en entorno web. •Integración con base de datos MySQL y servicios IA. Entregables del proyecto •Sistema web educativo operativo y accesible en entorno web. •Módulo de corrección automática de ejercicios integrado con IA. •Panel docente con reportes visuales de progreso y rendimiento. •Módulo de práctica adaptativa funcional.

•Manual de usuario y guía técnica de mantenimiento. •Capacitación a docentes y personal académico. Supuestos y Restricciones Supuestos del Proyecto •Los docentes y estudiantes de CEPUNI Escolar participarán activamente en el uso y validación del sistema. •La institución cuenta con la infraestructura tecnológica necesaria (equipos, red e internet). •La disponibilidad presupuestal de S/ 15,000.00 cubre el desarrollo, infraestructura y expansión inicial del sistema. •Los plazos de desarrollo se mantendrán dentro del cronograma establecido (2 meses). •Los requerimientos funcionales permanecerán estables durante el desarrollo del proyecto. Restricciones del Proyecto •El presupuesto no podrá exceder el monto aprobado de S/ 15,000.00. •El tiempo máximo de ejecución será de 8 semanas. •El sistema será implementado únicamente para el área de Matemática en esta primera fase. •La compatibilidad del sistema estará limitada a navegadores web actualizados (Google Chrome, Edge). •No se contempla en esta fase la integración con plataformas externas (Classroom, Moodle, etc.). Roles y Responsabilidades Producto Owner Dirección Académica CEPUNI Escolar **Define los objetivos del sistema y valida las funcionalidades desarrolladas.**

Scrum Master Tasilla Gutarra Alvaro **Facilita la implementación de la metodología Scrum, coordina las actividades y gestiona los sprints.**

Equipo Desarrollo Vivanco Fernando **Diseña, desarrolla e implementa los módulos del sistema, garantizando la integración con la IA y la base de datos. Cronograma •Fase de Inicio: 2 semanas •Planificación: 1 semana •Desarrollo e Implementación (Sprints 1, 2 y 3): 5 semanas •Pruebas, Capacitación y Entrega: 1 semana Presupuesto Recursos Humanos: S/. 9500 Infraestructura tecnológica (hosting, dominio, BD): S/: 2500 Integración IA y APIs: S/. 1500 Capacitación y soporte técnico: S/. 1000 Mantenimiento inicial: S/. 1000 Costo Total: S/ 15,000.00 Aprobaciones Esta acta de constitución del proyecto ha sido revisada y aprobada por: •Patrocinador el Proyecto: Dirección Académica CEPUNI Escolar •Product Owner: Cynthia Sotomayor •Scrum Master: Tasilla Gutarra Álvaro**

_____ _____

Firma Patrocinador

Firma Product Owner Nota. Acta de constitución del proyecto.

Fuentes de obtención de Requerimientos

Los requerimientos del sistema fueron identificados y recopilados a partir de diversas fuentes de información, con el objetivo de asegurar que el sistema web propuesto responda de manera efectiva a las necesidades reales de la Institución Educativa CEPUNI Escolar.

La principal fuente de obtención de requerimientos fue la observación directa del proceso de enseñanza-aprendizaje en la modalidad virtual, especialmente en el área de Matemática. Esta observación permitió identificar las dificultades existentes en la corrección de ejercicios, la demora en la retroalimentación y la sobrecarga de tareas docentes en entornos virtuales.

Asimismo, se realizaron entrevistas informales y reuniones de coordinación con

docentes del área de Matemática, quienes aportaron información relevante sobre los procesos actuales de asignación, revisión y evaluación de tareas, así como sobre las limitaciones de las plataformas educativas tradicionales utilizadas (Google Classroom, Forms, Moodle, entre otras).

Otra fuente importante fue el análisis de los procesos académicos existentes, apoyado en el modelado de procesos mediante diagramas BPMN, lo que permitió identificar puntos críticos susceptibles de automatización, especialmente en la generación, corrección y retroalimentación de ejercicios matemáticos.

Finalmente, se tomó como referencia la experiencia del tesista como docente y desarrollador, así como el análisis de buenas prácticas y soluciones tecnológicas aplicadas en sistemas educativos con Inteligencia Artificial, lo que permitió definir requerimientos orientados a la innovación, la escalabilidad y la mejora continua del aprendizaje matemático.

Estas fuentes garantizaron que los requerimientos definidos sean coherentes con la realidad institucional, técnicamente viables y alineados con los objetivos pedagógicos de CEPUNI Escolar

Descripción de requerimientos funcionales priorizados

Los requerimientos funcionales describen las **funcionalidades principales que el sistema web debe ofrecer** para satisfacer las necesidades académicas de CEPUNI Escolar. Estos requerimientos definen las acciones que pueden realizar los usuarios (docentes, estudiantes y administradores), tales como la gestión de usuarios, cursos y tareas, la generación y corrección automática de ejercicios matemáticos mediante Inteligencia Artificial, la retroalimentación personalizada y el seguimiento del rendimiento académico. Su implementación permite garantizar el correcto funcionamiento del sistema y el cumplimiento de los objetivos educativos propuestos.

Tabla 15 *Requisitos Funcionales del Sistema*

REQUISITOS FUNCIONALES

Código Requisito Funcional Descripción resumida RF01 Gestión de usuarios El sistema debe permitir el registro, autenticación y roles (docente, estudiante, administrador). **RF02 Gestión de cursos y niveles** Permitir la creación y asignación de cursos, grados y niveles según el plan de estudios. **RF03 Generación automática de ejercicios con IA**

El sistema debe generar ejercicios matemáticos por curso y nivel utilizando modelos de IA (Ollama u OpenAI).

RF04

Corrección automática de respuestas

El sistema debe evaluar respuestas (texto o imagen) y determinar si son correctas mediante un motor determinista. **RF05 Retroalimentación inteligente** Proporcionar explicaciones breves y personalizadas generadas por IA tras cada respuesta.

RF06 Práctica libre adaptativa Permitir al estudiante practicar por temas y niveles, ajustando la dificultad según su desempeño. **RF07 Gestión de tareas** El docente podrá crear, editar y asignar tareas a los estudiantes. **RF08 Panel docente** Mostrar estadísticas de progreso, errores comunes y rendimiento de los estudiantes. **RF09 Historial de ejercicios y calificaciones**

Registrar los ejercicios resueltos, puntajes y retroalimentaciones por estudiante. **RF10 Integración con IA y BD** La API del sistema se comunicará con la base de datos MySQL y con el servicio de IA para generación y feedback. Nota. Tabla de requerimientos funcionales del Sistema Web desarrollado.

Descripción de requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales establecen las características de calidad y restricciones técnicas que debe cumplir el sistema web para asegurar un funcionamiento eficiente, seguro y confiable. Estos incluyen aspectos como el rendimiento, disponibilidad, usabilidad, seguridad, mantenibilidad, escalabilidad, compatibilidad, privacidad e integración con servicios de Inteligencia Artificial. El cumplimiento de estos requerimientos garantiza una experiencia de usuario adecuada y la sostenibilidad del sistema en el entorno educativo virtual.

Tabla 16

Requisitos no funcionales del Sistema

REQUISITOS NO FUNCIONALES

Código Requisito No Funcional Descripción resumida RNF01 Rendimiento El sistema debe generar o corregir ejercicios en menos de 30 segundos.

RNF02 Disponibilidad La aplicación web debe estar disponible el 95% del tiempo operativo.

RNF03 Usabilidad La interfaz debe ser intuitiva, accesible y compatible con dispositivos desktop.

RNF04 Seguridad Autenticación mediante JWT, cifrado de contraseñas y validación de roles.

RNF05 Mantenibilidad El sistema estará desarrollado bajo una arquitectura por capas Cliente SPA – API – (IA, BD), que separa el Front-End (React), el Back-End (Spring Boot) y los servicios de Base de Datos (MySQL) e Inteligencia Artificial (OpenAI), facilitando el mantenimiento y la actualización independiente de cada módulo.

RNF06 Escalabilidad El sistema debe permitir la incorporación de nuevos cursos, grados y módulos sin afectar el rendimiento.

RNF07 Compatibilidad Compatible con navegadores modernos y conexión estable al servicio IA. **RNF08 Privacidad** Las imágenes y datos personales deben almacenarse de forma segura y con acceso restringido.

RNF09 Integración La API debe poder conectarse con el modelo IA (OpenAI) mediante configuración.

RNF10 Trazabilidad Cada acción (respuestas, correcciones, feedback) debe registrarse para auditoría académica.

Nota. Tabla de Requerimientos no funcionales del sistema web desarrollado.

Requerimientos Historias de Usuario

Tabla 17

Historias de Usuario

HISTORIAS DE USUARIO ID Épica / Módulo HU COMO QUIERO PARA Título EP01 Gestión de Usuarios y Roles HU01 Como docente, quiero registrarme e iniciar sesión de forma segura para acceder al sistema.

Registro e inicio de sesión seguro

HU02 Como administrador, quiero asignar roles de docente, estudiante y administrador para gestionar los permisos.

Asignación de roles y permisos

HU03 Como administrador quiero editar y actualizar la información de los usuarios registrados para mantener los datos del sistema siempre correctos y actualizados

Edición y actualización de usuarios

HU04 Como docente, quiero recuperar mi contraseña mediante correo para restablecer el acceso al sistema en caso de olvido.

Recuperación de contraseña por correo

HU05 Como administrador quiero desactivar temporalmente a un usuario para evitar su acceso indebido sin necesidad de borrar su información.

Desactivación temporal de usuarios

EP02 Generación y Corrección de Ejercicios con IA

HU06 Como *docente,* quiero generar automáticamente ejercicios por curso y nivel para la resolución de mis alumnos.

Generación automática de ejercicios con IA **HU07** Como *estudiante,* quiero recibir retroalimentación automática sobre mis respuestas para saber en qué me tengo que corregir a manera de mejora

Retroalimentación automática para estudiantes

HU08 Como *docente,* quiero visualizar los resultados automáticos de corrección para ahorrar tiempo de corrección

Visualización de correcciones automáticas **HU09** Como docente quiero revisar los ejercicios generados por la IA antes de enviarlos, para asegurar que nivel y contenido sean adecuados.

Revisión docente previa de ejercicios generados por IA

HU10 Como estudiante quiero enviar respuestas en imagen (foto de cuaderno), para que el sistema pueda corregir incluso cuando no puedo escribir a mano.

Envío de respuestas mediante imágenes

EP03 Práctica Adaptativa HU11 Como *estudiante,* quiero acceder a ejercicios adaptados a mi nivel de desempeño para mejorar mi nivel en mates

Acceso a práctica adaptativa según desempeño **HU12** Como *docente,* quiero ver el progreso de cada estudiante en el módulo adaptativo para observar su mejora durante el bimestre

Seguimiento docente del progreso adaptativo

HU13 Como estudiante quiero recibir ejercicios de practica aleatorios dentro de un tema para reforzar mi conocimiento sin necesidad de una tarea

Generación de ejercicios aleatorios por tema

HU14 Como estudiante quiero recibir pistas de resolución durante la práctica para mejorar mis respuestas.

Pistas de resolución en la práctica adaptativa **EP04 Panel Docente y Reportes HU15** Como *docente,* quiero visualizar un panel con estadísticas de progreso y rendimiento para tener una mejor idea del desarrollo de mi alumno.

Panel de estadísticas de progreso del estudiante **HU16** Como *administrador,* quiero descargar reportes consolidados de desempeño académico analizar el rendimiento general y tomar decisiones basadas en datos.

Descarga de reportes consolidados académicos **HU17** Como docente quiero descargar un reporte por estudiante para analizar su evolución individual a lo largo del bimestre.

Reporte individual de evolución del estudiante **HU18** Como administrador quiero exportar reportes en PDF o Excel para utilizar la información en reuniones o actas institucionales.

Exportación de reportes en PDF o Excel

EP05 Gestión Académica General HU19 Como *administrador,* quiero registrar cursos y secciones en la plataforma para organizar y estructurar adecuadamente la información académica del sistema.

Registro de cursos, niveles y secciones

HU20 Como *docente,* quiero asignar ejercicios específicos a mis estudiantes para evaluar su compresión en temas concretos y reforzar áreas que requieren práctica.

Asignación de ejercicios específicos por docente **HU21** Como docente quiero asociar temas y subtemas a cada curso, Para estructurar correctamente mi planificación académica.

Asociación de temas y subtemas por curso

HU22 Como administrador quiero asignar docentes responsables a cada curso y sección para gestionar adecuadamente la carga académica.

Asignación de docentes responsables por curso **EP06 Infraestructura y Seguridad HU23** Como administrador, quiero que el sistema mantenga la información segura para la privacidad de los alumnos y docentes de la institución

Seguridad y privacidad de la información del sistema **HU24** Como usuario, quiero que el sistema sea accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet para la conexión correcta de los alumnos.

Acceso multiplataforma desde cualquier dispositivo **HU25** Como usuario, quiero que el sistema se mantenga estable y cargue rápido para tener una experiencia fluida.

Estabilidad y rendimiento del sistema en uso diario

Nota. Tabla donde se muestra cada una de las HU desarrolladas en el proyecto.

Fase Planificación

EDT / Especificación de Casos de Uso de Alto nivel Priorizados o Historias de

Usuarios Priorizados

Según Kerzner (2022), "la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) es una

herramienta esencial de planificación que permite descomponer el proyecto en

entregables y componentes de menor tamaño, facilitando la organización del trabajo, el control del alcance y la asignación eficiente de los recursos".

Nota. Se muestra el diagrama EDT del proyecto desarrollado.

A continuación, se muestra las Historias de usuario priorizadas mediante la metodología MoSCoW; Según *ProductSchool* (2025), la técnica MoSCoW "permite categorizar y priorizar los requisitos clasificándolos en cuatro categorías: *Must have* (debe tener), *Should have* (debería tener), *Could have* (podría tener) y *Won't have* (no tendrá por ahora), lo que facilita la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto".

Para la estimación del esfuerzo requerido en el desarrollo de las Historias de Usuario (HU), se utilizó la técnica Planning Poker, una práctica recomendada dentro de la metodología ágil SCRUM. Esta técnica permite estimar de manera colaborativa el tamaño y complejidad de cada historia, promoviendo la participación activa del equipo de desarrollo y reduciendo sesgos individuales en la estimación.

Figura 15 *EDT del Proyecto*

Durante las sesiones de planificación, cada integrante del equipo asignó de forma independiente un valor de estimación a las historias de usuario, utilizando una escala de puntos basada en la serie de Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13). Posteriormente, se discutieron las diferencias de estimación hasta alcanzar un consenso, considerando factores como la complejidad técnica, el esfuerzo de implementación, los riesgos asociados y las dependencias entre funcionalidades.

El uso de Planning Poker permitió obtener estimaciones más realistas y alineadas con la capacidad del equipo, facilitando la planificación de los sprints, el control del avance del proyecto y la priorización efectiva del Product Backlog.

Asimismo, esta técnica contribuyó a una mejor comprensión compartida de las historias

de usuario y a una gestión más eficiente del tiempo y los recursos del proyecto

"Planning Poker es una técnica de estimación colaborativa empleada en enfoques ágiles, mediante la cual los integrantes del equipo asignan valores relativos al esfuerzo de las tareas utilizando cartas, fomentando la discusión y el consenso durante la planificación" (Atlassian, 2023).

3 3 8 8 8 5 5 8 3 3 8 5 3 3 3 5 8 8 5 5 5 5 5 3 5

Nota. Se muestra todas las HU de usuario priorizadas y con sus respectivos puntos.

Prioridad HU Épica / Módulo Historia de Usuario (Como / Quiero / Para) TITULO ESTIMACION Prioridad

MH HU01 Gestión de Usuarios y Roles Como docente, quiero registrarme e iniciar sesión de forma segura para acceder al sistema. Registro e inicio de sesión seguro **MH**

MH HU02 Gestión de Usuarios y Roles Como administrador, quiero asignar roles de docente, estudiante y administrador para gestionar los permisos. Asignación de roles ypermisos **MH**

MH HU06 Generación y Corrección conIA

Como *docente* , quiero generar automáticamente ejercicios por curso y nivel para la resolución de mis alumnos. Generación automática de ejercicios con IA **MH**

MH HU07 Generación y Corrección conIA

Como *estudiante* , quiero recibir retroalimentación automática sobre mis respuestas para saber en que me tengo que corregir a manera de mejora Retroalimentación automática para estudiantes **MH**

MH HU08 Generación y Corrección conIA

Como *docente* , quiero visualizar los resultados automáticos de corrección para ahorrar tiempo de correcion Visualización de correcciones automáticas **MH**

MH HU11 Práctica Adaptativa Como *estudiante* , quiero acceder a ejercicios adaptados a mi nivel de desempeño para mejorar mi nivel en mates Acceso a práctica adaptativa según desempeño **MH**

MH HU12 Práctica Adaptativa Como *docente* , quiero ver el progreso de cada estudiante en el módulo adaptativo para observar su mejora durante el bimestre Seguimiento docente del progreso adaptativo **MH**

MH HU15 Panel de Reportes Como *docente* , quiero visualizar un panel con estadísticas de progreso y rendimiento para tener una mejor idea del desarrollo de mi alumno. Panel de estadísticas de progreso del estudiante **MH**

MH HU19 Gestión Académica Como *administrador* , quiero registrar cursos y secciones en la plataforma para oreganizar y estruturar adecuadamente la informaciónacadémica del sistema. Registro de cursos, niveles y secciones **MH**

MH HU23 Infraestructura y Seguridad Como administrador, quiero que elsistema mantenga la informaciónsegura para la privacidad de los alumnos y docentes de la institucion Seguridad y privacidad de la información del sistema **MH**

MH HU24 Infraestructura y Seguridad Como usuario, quiero que el sistema sea accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet para la conexión correcta de los alumno. Acceso multiplataforma desde cualquier dispositivo **MH**

MH HU25 Infraestructura y Seguridad Como usuario, quiero que el sistema se mantenga estable y cargue rápido para tener una experiencia fluida. Estabilidad y rendimiento del sistema en uso diario **MH**

SH HU03 Gestión de Usuarios Como administrador quiero editar y actualizar la información de los usuarios registrados para mante los datos del sistema siempre correctos yactualizados Edición y actualización de usuarios **SH**

SH HU04 Gestión de Usuarios Como docente, quiero recuperar mi contraseña mediante correo para restablecer el acceso alsistema en casode olvido. Recuperación de contraseña por correo **SH**

SH HU05 Gestión de Usuarios Como administrador quiero desactivar temporalmente a un usuario para evitar su acceso indebido sin necesidad de borrar su información. Desactivación temporal de usuarios **SH**

SH HU09 Generación y Corrección conIA

Como docente quiero revisar los ejercicios generados por la IA antes de enviarlos, para asegurar que nively contenido sean adecuados. Revisión docente previa de ejercicios generadospor IA **SH**

SH HU10 Generación y Corrección conIA

Como estudiante quiero enviar respuestas en imagen (foto de cuaderno), para que el sistema pueda corregir incluso cuando no puedo escribir a mano. Envío de respuestas mediante imágenes **SH**

SH HU13 Práctica Adaptativa Como estudiante quiero recibir ejercicios de practica aleatorios dentro de un tema para reforzar mi conocimiento sin necesidad de una tarea Generación de ejercicios aleatorios por tema **SH**

SH HU14 Práctica Adaptativa Como estudiante quiero recibir pistas de resolución durante la practica para mejorar mis respuestas. Pistas de resolución en la práctica adaptativa **SH**

SH HU16 Panel de Reportes Como *administrador* , quiero descargar reportes consolidados de desempeño académico analizar el rendimiento general y tomar decisiones basadas en datos. Descarga de reportes consolidados académicos **SH**

SH HU17 Panel de Reportes Como docente quiero descargar un reporte por estudiante para analizar su evolución individual a lo largo del bimestre. Reporte individual de evoluciónde lestudiante **SH**

SH HU20 Gestión Académica Como *docente* , quiero asignar ejercicios específicos a mis estudiantes para evaluar su compresión en temas concretos y reforazar áreas que requieren practica. Asignación de ejercicios específicos por docente **SH**

SH HU21 Gestión Académica Como docente quiero asociar temas ysubtemas a cada curso, Para estructurar correctamente mi planificación académica. Asociación de temas y subtemas por curso **SH**

CH HU18 Panel de Reportes Como administrador quiero exportar reportes en PDF o Excel para utilizar la información en reuniones o actasinstitucionales. Exportación de reportes en PDF o Excel **CH**

CH HU22 Gestión Académica Como administrador quiero asignar docentes responsables a cada curso y sección para gestionar adecuadamente la carga académica. Asignación de docentes responsables por curso **CH**

MOSCOW PRODUCT BACKLOG PRIORIZADO

Figura 16 *Historias de Usuario priorizadas*

Modelo de Casos de uso

Diagrama de Paquetes

Figura 17 *Diagrama de Paquetes*

Nota. En la imagen se muestra el diagrama de paquetes del sistema desarrollado.

Los paquetes del diagrama UML fueron separados siguiendo el principio de

separación de responsabilidades, de modo que cada paquete agrupe componentes que

comparten un mismo objetivo funcional. Esta decisión permite mantener **alta cohesión** dentro de cada módulo y **bajo acoplamiento** entre módulos, reduciendo el impacto de cambios y facilitando la mantenibilidad del sistema. Asimismo, la división propuesta se encuentra alineada con los **casos de uso principales,** lo cual asegura consistencia entre el análisis y el diseño. Finalmente, una organización modular por paquetes favorece la escalabilidad del sistema, ya que permite extender funcionalidades, realizar pruebas y mantener el código de manera ordenada conforme el proyecto evoluciona.

Diagrama de Actores

Figura 18

Diagrama de Actores

Nota. Diagrama de actores del sistema web para mejorar la experiencia del aprendizaje matemático en CEPUNI Escolar.

El **diagrama de actores** representa a los principales usuarios que interactúan con el sistema web y permite identificar los distintos roles involucrados en el funcionamiento de la plataforma. En el proyecto se han definido cuatro actores fundamentales: **Administrador, Docente, Estudiante** y **Usuario.** Cada uno de ellos cumple funciones específicas dentro del sistema, de acuerdo con sus responsabilidades y nivel de acceso. El Administrador se encarga de la gestión general del sistema y la seguridad; el Docente interactúa con las funcionalidades relacionadas con la gestión académica, evaluación y seguimiento del aprendizaje; el Estudiante utiliza la plataforma para desarrollar actividades, resolver ejercicios y recibir retroalimentación; mientras que el Usuario representa a quienes acceden a funcionalidades generales del sistema. Este diagrama facilita la comprensión de la interacción entre los actores y el sistema, sirviendo como base para la definición de los casos de uso y el diseño funcional de la aplicación.

Diagrama de Casos de Uso por Paquete

En la implementación se aplicó una arquitectura por capas (Controller, Service, Repository, Model y DTOs). Los paquetes del diseño UML representan módulos funcionales, los cuales se implementan transversalmente a través de estas capas; por ello, el código se organiza por capas para favorecer mantenibilidad y separación de responsabilidades.

Figura 19

Casos de Uso paquete autenticación y seguridad

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de autenticación y seguridad.

Figura 20

Casos de Uso paquete de usuarios y roles

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de gestión de usuarios y roles.

Figura 21

Casos de Uso paquete gestión académica

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de gestión académica

Figura 22

Casos de Uso paquete practica adaptativa

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de practica adaptativa

Figura 23

Casos de Uso paquete generación y corrección con IA

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de Generación y Corrección con IA

Figura 24

Casos de Uso paquete Seguimiento y Reportes

Nota. Diagrama de casos de uso del paquete de Seguimiento y Reportes

Diagrama General de Casos de Uso

Figura 25

Diagrama General de Casos de Uso

Nota. En el siguiente grafico se aprecia el mapeo completo de los CU del sistema.

El **Diagrama General de Casos de Uso** presenta una visión integral de las principales funcionalidades del sistema web y de la interacción que mantienen los distintos actores con cada una de ellas. En este diagrama se identifican los casos de uso asociados a los actores **Administrador, Docente, Estudiante** y **Usuario,** permitiendo visualizar de manera global el alcance funcional del sistema. Asimismo, el diagrama evidencia las relaciones de inclusión y extensión entre los casos de uso, reflejando la

estructura lógica del sistema y la dependencia entre sus procesos. Este modelo constituye una herramienta fundamental para el análisis y diseño del sistema, ya que facilita la comprensión del comportamiento general de la aplicación y sirve como base para la especificación detallada de los casos de uso, así como para la planificación del desarrollo dentro de las fases del Agile Unified Process (AUP).

Atributos de Casos de Uso

"Un caso de uso se describe mediante un conjunto de atributos que permiten detallar su funcionalidad, entre los cuales se incluyen el nombre, los actores, la descripción, las precondiciones, el flujo básico, los flujos alternativos y las postcondiciones, con el propósito de representar de manera precisa el comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario" (Jacobson, Booch & Rumbaugh, 2000).

En la siguiente tabla se presenta una muestra de la forma en que se han definido los **atributos de cada caso de uso.** Asimismo, los demás atributos correspondientes a los casos de uso se encuentran desarrollados y detallados en el **Anexo** del presente documento.

Figura 26 *Atributos de Caso de Uso 1*

Nota. Atributos del CU-01, los demás atributos de caso de uso se encontrarán en el anexo 2.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Postcondiciones

Flujos alternos / Extensiones

Flujo principal

Excepciones E1: Error técnico (BD/red)

CU-02 Validar Credenciales

1. El sistema informa que la cuenta está desactivada.

A1: Credenciales inválidas

4. El sistema crea la sesión y registra el acceso.

Se inicia sesión y se muestra el panel según rol.

2. Permite reintentar el ingreso.

Permitir que un usuario inicie sesión para acceder a las funcionalidades según su rol.

No se inicia sesión y se muestra mensaje de error.

5. El sistema redirige al panel de inicio.

CU-01: Acceder al Sistema

- El usuario cuenta con credenciales registradas. - La cuenta está activa.

1. El sistema muestra aviso y registra el incidente.

- Sesión iniciada (token/cookie). - Registro de auditoría de acceso (si aplica).

A2: Cuenta desactivada

1. El usuario ingresa usuario/correo y contraseña.

Acceder al Sistema

2. Bloquea el acceso.

3. El sistema identifica rol(es) y permisos.

Usuario (Estudiante/Docente/Administrador)

2. El sistema valida las credenciales (CU-02).

El usuario selecciona 'Iniciar sesión'.

1. El sistema muestra mensaje genérico de error.

Sistema

Modelo de Análisis

Diagrama de Arquitectura de Análisis

Nota. En la imagen se muestra con más detalle la arquitectura escogida para el desarrollo del sistema web.

El **Diagrama de Arquitectura de Análisis** presenta la estructura general del sistema web, mostrando la organización de sus componentes principales y la forma en que interactúan entre sí. En este diagrama se identifican las capas que conforman la arquitectura del sistema, tales como la capa de presentación, la capa de lógica de negocio y la capa de acceso a datos, así como los módulos responsables de la gestión académica, seguridad, generación y corrección automática de ejercicios mediante Inteligencia Artificial. Esta representación permite comprender cómo se distribuyen las responsabilidades dentro del sistema, favoreciendo la modularidad, la mantenibilidad y la escalabilidad de la solución. Asimismo, el diagrama constituye una base fundamental para las fases posteriores de diseño e implementación, ya que orienta el desarrollo ordenado del sistema conforme a los principios establecidos en el Agile Unified Process (AUP) y facilita la planificación de las iteraciones gestionadas con Scrum.

Figura 27 *Diagrama de Arquitectura del Sitema extendida*

Diagrama de Clases del Análisis (Por lo menos para 2 Casos de Uso base)

Diagrama de Comunicación del Análisis (Por lo menos para 2 Casos de Uso base)

Figura 28 *Diagrama de analisis de CU de Generar ejercicios con IA*

Nota. En la imagen se muestra el diagrama de análisis del CU de generar ejercicios con IA uno de los casos de usos principales del Sistema web desarrollado.

Figura 29 *Diagrama de análisis Caso de Uso practica adaptativa*

Nota. En la imagen se muestra el diagrama de Análisis del CU Practica adaptativa con IA otro de los casos de uso principales del sistema.

Cronograma / Sprint Planning

Figura 30 *Cronograma AUP + SCRUM*

Nota. Cronograma seguido para la realización del sistema web.

1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 4 1 2 3 INICIO Analisis del problema Definicion del Alcance Visión del producto Reunión inicial(Kick off) Identificación de Interesados Definición de Objetivos del proyecto Identificacion de riesgos iniciales Aprobación acta de constitución PLANIFICACION Estructura de Desglose delTrabajo (EDT) Priorización delProduct Backlog Modelado de procesos(BPMN) Identificación ydocumentación de casos de uso} Definición de Arquitectura de Software Diseño del modelo de datos Plan de Iteraciones CONSTRUCCION(ITERACION SCRUM) ITERACION 1(SPRINT) – Seguridad, Autenticación y Gestión de Usuarios HU01 – Registro e inicio de sesión HU02 – Asignación de roles HU03 – Editar usuarios HU04 – Recuperación de contraseña HU05 – Desactivar usuarios HU23 – Seguridad del sistema

ITERACION 2 –Gestión Académica y Estructura Curricular HU19 – Registrar cursos, niveles y secciones HU21 – Asociar temas y subtemas HU22 – Asignar docentes a cursos HU24 – Acceso desde cualquier dispositivo HU25 – Estabilidad y rendimiento Revisión y Retrospectiva Sprint2 ITERACION 3 –IA: Generación y Corrección Automática HU06 – Generación automática de ejercicios HU07 – Retroalimentación automática HU08 – Corrección automática para docente HU09 – Revisiónprevia del docente HU10 – Enviar respuesta en imagen ITERACION 4 –Práctica Adaptativa HU11 – Práctica adaptativa HU12 – Seguimiento docente HU13 – Ejercicios aleatorios HU14 – Pistas de resolución ITERACION 5 –Panel de Reportes y Monitoreo Académico HU15 – Panel con estadísticas HU16 – Reportes consolidados HU17 – Reporte por estudiante HU18 – Exportar Excel/PDF HU20 – Asignar ejercicios específicos TRANSICIÓN Pruebas de aceptación delsistema Corrección de incidencias finales Elaboración delmanual de usuario Capacitacióna docentes Despliegue delsistema Acta de conformidad del proyecto Lecciones aprendidas

ENERO ACTIVIDADES OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE

TIEMPO DE DURACION

Paquetes de Trabajo/Descomposición de Tareas de las HU (Planilla Scrum)

Los paquetes de trabajo y la descomposición de tareas de las Historias de Usuario (HU) constituyen un elemento fundamental para la planificación y ejecución del proyecto, ya que permiten organizar el desarrollo del sistema en actividades específicas, medibles y controlables. A partir de cada historia de usuario, se realiza una descomposición en tareas técnicas que facilitan la asignación de responsabilidades, la estimación del esfuerzo y el seguimiento del avance durante las iteraciones. Esta planilla, gestionada mediante el marco de trabajo Scrum, se integra al enfoque metodológico del Agile Unified Process (AUP), permitiendo articular la planificación detallada con las fases del proyecto. Asimismo, la descomposición de tareas contribuye a mejorar la visibilidad del trabajo, reducir riesgos durante la implementación y asegurar que cada incremento del sistema responda a los objetivos funcionales y pedagógicos definidos para CEPUNI Escolar.

Tabla 18 *Descomposición de Tareas de las HU*

SPRINT PLANING TAREAS COD SPRINT 1 – Seguridad, Autenticación y Gestión de Usuarios

15/11/2025 - 29/11/2025

HU01 – Registro e inicio de sesión

Crear tabla usuarios en BD TA1 Implementar endpoint de registro (API) TA2 Implementar login con JWT TA3 Validar credenciales y roles TA4 Pruebas unitarias de autenticación TA5 Diseño de formulario en frontend TA6 **HU02 – Asignación de roles** Crear tabla roles y usuario roles TA7 Endpoint: listar, asignar y revocar roles TA8 Middleware/Filter en API para autorización por rol TA9 Interfaz de administración de roles TA10 Pruebas de permisos en endpoints TA11 **HU03 – Editar usuarios** Endpoint de actualización de datos TA12 Validación de campos editables TA13 Diseño de formulario de edición TA14

Actualizar BD

TA15 Pruebas funcionales TA16 **HU04 – Recuperación de contraseña**

API para solicitar recuperación TA17 Envío de correo con token seguro TA18 Vista “Restablecer contraseña” TA19

Regeneración de contraseña en BD TA20 Prueba de flujo completo TA21 **HU05 – Desactivar usuarios** Campo estado en tabla usuarios TA22 Endpoint para activar/desactivar TA23 Ocultar acceso si el usuario está inactivo TA24 Pruebas de acceso restringido TA25 **HU23 – Seguridad del sistema**

Configuración de CORS TA26 Implementar HTTPS (si aplica) TA27 Validación de entrada (backend) TA28 Gestión de tokens y expiración TA29 Control de intentos fallidos TA30 Auditoría básica TA31 **Revisión y Retrospectiva Sprint 1 SPRINT 2 – Gestión Académica y Estructura Curricular**

30/11/2025 - 11/12/2025

HU19 – Registrar cursos y secciones

Crear tablas: curso,seccion TA32 CRUD completo en API TA33 Formularios en frontend TA34 Validación de duplicados TA35 Pruebas CRUD TA36 **HU21 – Asociar temas y subtemas**

Tabla temas y subtemas TA37 API para registro/edición/eliminación TA38 Relación curso–tema con FK TA39 Vista de estructura curricular TA40 Pruebas de asociación TA41 **HU22 – Asignar docentes a cursos**

Tabla curso_docente TA42 API para asignación TA43 Control de duplicados TA44 UI de asignación desde admin TA45 Pruebas funcionales TA46 **HU24 – Acceso desde cualquier dispositivo**

Optimización responsive frontend TA47 Pruebas en Android / PC / Tablet TA48 Ajustes de compatibilidad de navegación TA49 Revisión de rendimiento móvil TA50 **HU25 – Estabilidad y rendimiento**

Configurar caché para consultas frecuentes TA51 Optimizar consultas SQL TA52 Control de excepciones global TA53

Manejo de carga en endpoints críticos

TA54 **Revisión y Retrospectiva Sprint 2 SPRINT 3 – IA: Generación y Corrección Automática**

12/12/2025 - 26/12/2025

HU06 – Generación automática de ejercicios

Integrar OpenAI u Ollama (API) TA55 Crear endpoint: /generar-ejercicio TA56 Definir prompts por curso/nivel TA57 Guardar ejercicios generados en BD TA58 Pruebas con distintos niveles TA59 **HU07 – Retroalimentación automática**

Endpoint: /corregir-respuesta TA60 Prompt de retroalimentación TA61 Lógica para comparar respuesta alumno vs IA TA62 Vista de feedback en frontend TA63 Pruebas de precisión TA64 **HU08 – Corrección automática para docente**

Panel docente: lista de correcciones TA65 API para obtener resultados corregidos TA66 Resumen por alumno/ejercicio TA67 Pruebas de interfaz TA68 **HU09 – Revisión previa del docente**

Vista previa del ejercicio generado TA69 Botón “Aprobar” / “Regenerar” TA70 API para publicación del ejercicio TA71 Pruebas de flujo docente TA72 **HU10 – Enviar respuesta en imagen**

Subida de imágenes (storage) TA73 Endpoint de corrección de imagen TA74 Integración IA vision (OCR o prompt especial) TA75 Previsualización de imagen en frontend TA76 Pruebas con fotos reales TA77 **Revisión y Retrospectiva Sprint 3 SPRINT 4 – Práctica Adaptativa**

27/12/2025 - 3/01/2026

HU11 – Práctica adaptativa Crear tabla practica_adaptativa TA78 Algoritmo de nivel dinámico (bajo/medio/alto) TA79 Generar ejercicios según nivel actual TA80 Vista de práctica del alumno TA81 Pruebas con distintos niveles TA82 **HU12 – Seguimiento docente**

Endpoint: progreso por estudiante TA83 Vista docente con gráficos/parámetros TA84 Cálculo de nivel adaptativo final TA85 Pruebas de consistencia de datos TA86 **HU13 – Ejercicios aleatorios**

Función aleatoria dentro de temas seleccionados TA87 API para obtener ejercicios random TA88 Vista de práctica aleatoria TA89 Pruebas de variedad de ejercicios TA90

HU14 – Pistas de resolución

Endpoint: /generar-pista usando IA TA91 Diseño de UI para pistas (“Ver pista 1” / “Ver pista 2”) TA92 Control de cantidad de pistas por ejercicio TA93 Pruebas de contenido TA94 **Revisión y Retrospectiva Sprint 4 SPRINT 5 – Panel de Reportes y Monitoreo Académico**

05/01/2026 - 12/01/2026

HU15 – Panel con estadísticas

Endpoint de métricas: aciertos, promedios, rendimiento TA95 Tablas y gráficos (Chart.js o Recharts) TA96 Filtros: curso, nivel, bimestre, estudiante TA97 Pruebas de carga TA98 **HU16 – Reportes consolidados**

API para generar reporte general TA99 Filtros avanzados (curso/sección) TA100 Vista de descarga TA101 Pruebas de consistencia TA102 **HU17 – Reporte por estudiante**

API por ID de estudiante TA103 Detalle de notas, avances y desempeño TA104 Exportación mínima (JSON o PDF simple) TA105 Pruebas unitarias TA106 **HU18 – Exportar Excel/PDF**

Integrar librería PDF (iText, jsPDF) TA107 Integrar Excel (xlsx) TA108 Opciones de descarga en UI TA109 Pruebas de formato TA110 **HU20 – Asignar ejercicios específicos**

Vista docente para seleccionar estudiantes TA111 API: asignación manual TA112 Relación actividad–estudiante en BD TA113 Pruebas funcionales TA114

Nota. Tabla que muestra la descomposición en tareas a todas las HU del sistema.

Fase Ejecución

Seguimiento y Control/Validación de los Sprint (Sprint Review)

Figura 31 Sprint Review Iteración 1

Nota. Sprint review de la iteración 1 dentro del desarrollo con metodología AUP + SCRUM

Figura 32 Sprint Review Iteración 2

Nota. Sprint review de la iteración 2 dentro del desarrollo con metodología AUP + SCRUM

Figura 33 Sprint Review Iteración 3

Nota. Sprint review de la iteración 3 dentro del desarrollo con metodología AUP + SCRUM

Nro. Sprint Meta 100% Fecha de Inicio Fecha Final Duración Estado Impedimentos Feedback

3.0 CEREMONIA SPRINT REVIEW: DEMOSTRACIÓN ENN TIEMPO REAL DEL PRIMER ENTREGABLE FUNCIONANDO

Sprint 1

Seguridad, Autenticació n y Gestión de Usuarios

15/11/2025 29/11/2025 2 Semanas TERMINADO 100%

Errores en autenthicacion y JWT

Mejorar los sistemas de Autenticación

Nro. Sprint Meta 100% Fecha de Inicio Fecha Final Duración Estado Impedimentos Feedback

3.0 CEREMONIA SPRINT REVIEW: DEMOSTRACIÓN ENN TIEMPO REAL DEL PRIMER ENTREGABLE FUNCIONANDO

Sprint 2

Gestión Académica y Estructura Curricular

30/11/2025 11/12/2025 2 Semanas TERMINADO 100%

Errores de asignacion docente seccion en primeras instancias de desarrollo.

El interfaz es muy facil de entender

Nro. Sprint Meta 100% Fecha de Inicio Fecha Final Duración Estado Impedimentos Feedback

3.0 CEREMONIA SPRINT REVIEW: DEMOSTRACIÓN ENN TIEMPO REAL DEL PRIMER ENTREGABLE FUNCIONANDO

Sprint 3

Generación y Corrección Automática

12/12/2025 26/12/2025 2 Semanas TERMINADO 100%

Tiempos muy acortdos para la logica de implementación del motor ia utilizado, poca experiencia en el uso de implementación de motores ia(OpenAI)

La implementación se llevo acabo correctamente a pesar de los impedimentos.

Figura 34

Sprint Review iteración 4

Nota. Sprint review de la iteración 4 dentro del desarrollo con metodología AUP + SCRUM

Durante la **fase de ejecución,** se llevó a cabo el **seguimiento y control del proyecto mediante la validación de los sprints a través de las ceremonias de Sprint Review,** correspondientes a las iteraciones 1, 2, 3 y 4, como se muestra en las Figuras 31 a 34. En cada Sprint Review se realizó la demostración de las funcionalidades desarrolladas, permitiendo verificar el cumplimiento de los objetivos planteados para cada iteración y recoger la retroalimentación de los interesados. Este proceso facilitó la validación progresiva de los entregables, la identificación oportuna de observaciones y la realización de ajustes necesarios antes de avanzar a la siguiente iteración. De esta manera, el Sprint Review se constituyó en un mecanismo clave para asegurar la calidad del sistema, garantizar la alineación con los requerimientos definidos y mantener un control efectivo del avance del proyecto durante su ejecución.

Nro. Sprint Meta 100% Fecha de Inicio Fecha Final Duración Estado Impedimentos Feedback

3.0 CEREMONIA SPRINT REVIEW: DEMOSTRACIÓN ENN TIEMPO REAL DEL PRIMER ENTREGABLE FUNCIONANDO

Sprint 4

Práctica Adaptativa

27/12/2025 9/01/2026 2 Semanas TERMINADO 100%

Dificultades iniciales en la integración del módulo adaptativo con la lógica de evaluación y ajustes en la comunicación entre el frontend y el backend. Estos impedimentos fueron resueltos mediante pruebas incrementales y ajustes técnicos durante el sprint.

La implementación se llevó a cabo correctamente, cumpliendo la meta establecida. El módulo funciona de manera adecuada y permite la práctica adaptativa según el desempeño del estudiante, por lo que se aprueba el entregable y se recomienda continuar con la siguiente iteración del proyecto.

Carta Gantt/Scrum Board, Tablero Kanban, Burn Down Chart

Las Figuras 35 a 42 presentan las herramientas de **planificación, seguimiento y control** utilizadas durante el desarrollo del proyecto, incluyendo el **Scrum Board,** el **Tablero Kanban** y el **Burndown Chart** correspondientes a los sprints 1, 2, 3 y 4. El Scrum Board permitió visualizar y organizar las tareas de cada sprint según su estado de avance, facilitando la gestión del trabajo y la coordinación del equipo. Por su parte, el Burndown Chart reflejó de manera gráfica el progreso del sprint, mostrando la cantidad de trabajo pendiente en función del tiempo y permitiendo evaluar el cumplimiento del plan establecido. El uso conjunto de estas herramientas contribuyó a un control continuo del proyecto, a la identificación temprana de desviaciones y a la toma oportuna de decisiones, asegurando el cumplimiento de los objetivos definidos en cada iteración.

Figura 35 *Scrum Board Sprint 1*

Nota. Scrumboard del SPRINT 1

Figura 36

Burdownt Chart 1

Nota. Burdown Chart del sprint 1 durante el desarrollo.

Figura 37 *Scrum Board Sprint 2*

Nota. Scrumboard del SPRINT 2

Figura 38 *Burdownt Chart 2*

Nota. Burdown Chart del sprint 2 durante el desarrollo.

Figura 39 *Scrumboard Sprint 3*

Nota. Scrumboard del SPRINT 3

Figura 40 *Burdownt Chart 3*

Nota. Burdown Chart del sprint 3 durante el desarrollo.

Figura 41 *Scrumboard Sprint 4*

Nota. Scrumboard del SPRINT 4

Figura 42

Scrumboard Sprint 5

Nota. Scurmboard del SPRINT 5

Figura 43 *Burdownt Chart 4*

Nota. Burdown Chart del sprint 4 durante el desarrollo.

8 8 8 5 5 8 3 8 5 5 5 8 8 5 5 5 5 5 5 3 5 5

Gestión de Cambio/Mantenimiento de Product Backlog

Figura 44 *Mantenimiento del Product Backlog iteración 2*

Nota. Product backlog mantenido para la iteración 2

HU Épica /Módulo Historia de Usuario(Como /Quiero /Para) TITULO ESTIMA CION

Priorida d

HU06 Generación y Corrección con IA Como *docente* , quierogenerar automáticamenteejercicios por curso ynivel para la resolución de mis alumnos. Generación automática de ejercicioscon IA **MH**

HU07 Generación y Corrección con IA Como *estudiante* , quierorecibir retroalimentación automática sobre mis respuestas para saber en que me tengo que corregir a manera de mejora Retroalimentación automática para estudiantes **MH**

HU08 Generación y Corrección con IA Como *docente* , quiero visualizar los resultados automáticos de corrección para ahorrar tiempo de correcion Visualización de correcciones automáticas **MH**

HU11 Práctica Adaptativa Como *estudiante* , quieroacceder a ejercicios adaptados a mi nivel de desempeño para

mejorar mi nivel en mates Acceso a práctica adaptativa según desempeño **MH**

HU12 Práctica Adaptativa Como *docente* , quiero ver elprogreso de cada estudiante en el móduloadaptativo para observar su mejora durante elbimestre Seguimientodocentedel progreso adaptativo **MH**

HU15 Panel de Reportes Como *docente* , quiero visualizar un panelcon estadísticas de progreso y rendimiento para tener una mejor idea del desarrollo de mi alumno. Panel de estadísticas de progreso delestudiante **MH**

HU19 GestiónAcadémica Como *administrador* , quiero registrar cursos ysecciones en la plataforma para oreganizar yestruturar adecuadamente la información académica del sistema. Registro de cursos, niveles y secciones **MH**

HU24 Infraestructura ySeguridad Como usuario, quiero que el sistema sea accesibledesde cualquier dispositivo con conexióna internet para la conexión correcta de los alumno.

Acceso multiplataforma desde cualquier dispositivo **MH**

HU26 Gestiónde Usuarios Como administrador quiero visualizar elhistorial de accesos y acciones críticas del sistema paramonitorear incidentes y auditorías. Histotial de Accesos **MH**

HU25 Infraestructura ySeguridad Como usuario, quiero que el sistema se mantengaestable y cargue rápido para tener una experiencia fluida. Estabilidad yrendimiento del sistema en uso diario **MH**

HU09 Generación y Corrección con IA Como docente quiero revisar los ejercicios generadospor la IA antes de enviarlos, para asegurar que nivel y contenido sean adecuados. Revisión docente previa de ejercicios generados por IA **SH**

HU10 Generación y Corrección con IA Como estudiante quiero enviar respuestas en imagen (foto de cuaderno), para que elsistema pueda corregir incluso cuando no puedo escribir a mano. Envío de respuestas mediante imágenes **SH**

HU13 Práctica Adaptativa Como estudiante quiero recibir ejercicios de practica aleatorios dentro de un tema para reforzar mi conocimiento sin necesidad de una tarea Generación de ejercicios aleatorios por tema **SH**

HU14 Práctica Adaptativa Como estudiante quiero recibir pistas de resolución durante la practica para mejorar mis respuestas. Pistasde resoluciónen la práctica adaptativa **SH**

HU16 Panel de Reportes Como *administrador* , quiero descargar reportes consolidados de desempeño académico analizar el rendimiento general y tomar decisiones basadas en datos. Descarga de reportes consolidados académicos **SH**

HU17 Panel de Reportes Como docente quiero descargar un reporte por estudiante para analizar su evolución individual a lo largo del bimestre. Reporte individual de evolución del estudiante **SH**

HU20 GestiónAcadémica Como *docente* , quiero asignar ejercicios específicos a mis estudiantes para evaluar sucompresión en temas concretos y reforazar áreas que requieren practica. Asignación de ejercicios específicos por docente **SH**

HU27 Gestiónde Usuarios Como usuario quiero recibir mensajes deerror claros en login yrecuperaciónde contraseña para entender qué debocorregir. Manejo errores Login **SH**

HU21 GestiónAcadémica Como docente quiero asociar temas y subtemas acada curso, Para estructurar correctamente mi planificación académica. Asociación de temas y subtemas por curso **SH**

HU18 Panel de Reportes Como administrador quiero exportar reportes en PDF o Excel para utilizar la información en reuniones o actas institucionales. Exportación de reportes en PDF o Excel **CH**

HU22 GestiónAcadémica Como administrador quiero asignar docentes responsables a cada cursoysección para gestionar adecuadamente la carga académica. Asignación de docentes responsables por curso **CH**

HU28 Infraestructura ySeguridad Como docente quiero que la sesión no se cierre bruscamente para evitar perder trabajo entareas o configuraciones. Tiempo de sesion iniciada **CH**

PRODUCT BACKLOG MANTENIDO SPRINT2

8 8 8 5 5 8 5 5 8 8 5 5 5 5 5 3 5

Figura 45 *Mantenimiento del Product Backlog iteración 3*

Nota. Product backlog mantenido para la iteración 3

Figura 46 *Mantenimiento product backlog iteración 4*

Nota. Product backlog mantenido para la iteración 4

HU Épica / Módulo Historiade Usuario (Como/ Quiero / Para) TITULO ESTIMACION Prioridad

HU06 Generación y Correccióncon IA Como*docente* , quiero generar automáticamente ejerciciospor curso y nivel para la resolución de mis alumnos. Generación automática de ejercicioscon IA **MH**

HU07 Generación y Correccióncon IA

Como *estudiante* , quiero recibir retroalimentaciónautomática sobre mis respuestas para saber en que metengo que corregir a manera de mejora

Retroalimentación automática para estudiantes **MH**

HU08 Generación y Correccióncon IA Como *docente* , quiero visualizar los resultados automáticos de corrección para ahorrar tiempo de correcion Visualización decorrecciones automáticas **MH**

HU11 Práctica Adaptativa Como *estudiante* , quiero acceder a ejercicios adaptados a mi nivel de desempeñopara mejorar minivel enmates Acceso a práctica adaptativa según desempeño **MH**

HU12 Práctica Adaptativa Como *docente* , quiero ver el progreso de cada estudiante en el módulo adaptativo para observarsu mejora durante el bimestre Seguimiento docente delprogreso adaptativo **MH**

HU15 Panelde Reportes

Como *docente* , quiero visualizar un panel conestadísticas de progreso yrendimiento para tener una mejor idea del desarrollo de mi alumno.

Panelde estadísticas deprogresodel estudiante **MH**

HU26 Gestión de Usuarios

Como administrador quiero visualizar el historial de accesos y acciones críticas del sistema para monitorear incidentes y auditorías.

Histotial de Accesos **MH**

HU09 Generación y Correccióncon IA Como docente quiero revisar los ejercicios generados por laIA antes de enviarlos, para asegurar que nivel y contenido seanadecuados.

Revisión docente previa de ejercicios generados porIA **SH**

HU10 Generación y Correccióncon IA

Como estudiante quiero enviar respuestasen imagen (foto de cuaderno), para que el sistema pueda corregir incluso cuando no puedo escribir a mano.

Envíode respuestas mediante imágenes **SH**

HU13 Práctica Adaptativa

Como estudiante quiero recibir ejercicios de practica aleatorios dentro de un tema para reforzar mi conocimiento sinnecesidadde una tarea

Generación de ejerciciosaleatorios por tema **SH**

HU14 Práctica Adaptativa Como estudiante quiero recibir pistas de resolución durante la practica para mejorar mis respuestas. Pistas de resoluciónen la práctica adaptativa **SH**

HU16 Panelde Reportes

Como *administrador* , quiero descargarreportes consolidadosde desempeñoacadémico analizar el rendimiento general y tomar decisionesbasadas endatos.

Descarga de reportes consolidados académicos **SH**

HU17 Panelde Reportes Como docente quiero descargar un reporte por estudiante para analizar su evolución individual a lolargodelbimestre. Reporte individual de evolución del estudiante **SH**

HU20 Gestión Académica

Como *docente* , quiero asignar ejercicios específicos amis estudiantes para evaluar su compresión en temas concretos y reforazar áreasque requieren practica.

Asignación de ejercicios específicos por docente **SH**

HU27 Gestión de Usuarios Como usuario quiero recibir mensajes de error claros en login y recuperación de contraseña para entender quédebo corregir. Manejo erroresLogin **SH**

HU18 Panelde Reportes Como administrador quiero exportar reportes enPDF o Excel para utilizar la información en reuniones oactas institucionales. Exportación de reportes en PDF o Excel **CH**

HU28 Infraestructura y Seguridad Como docente quiero que la sesión no se cierre bruscamentepara evitar perder trabajoen tareas oconfiguraciones. Tiempo de sesion iniciada **CH**

2

PRODUCT BACKLOG MANTENIDO SPRINT 3

HU Épica /Módulo Historia de Usuario(Como /Quiero / Para) TITULO ESTIMACION Prioridad

HU11 Práctica Adaptativa Como*estudiante* , quiero acceder a ejercicios adaptados a mi nivel de desempeño para mejorar mi nivel en mates Acceso a práctica adaptativa según desempeño 5 **MH**

HU12 Práctica Adaptativa Como*docente* , quiero ver elprogreso de cada estudiante en el módulo adaptativo para observar su mejora durante el bimestre Seguimiento docente del progreso adaptativo 5 **MH**

HU15 Panel de Reportes

Como*docente* , quiero visualizar un panel conestadísticas de progreso y rendimiento para tener una mejor idea del desarrollo de mi alumno.

Panelde estadísticas de progreso del estudiante 8 **MH**

HU26 Gestiónde Usuarios Comoadministrador quiero visualizar elhistorialdeaccesos y acciones críticas del sistema para monitorear incidentesyauditorías.

Histotial de Accesos 5 **MH**

HU13 Práctica Adaptativa

Comoestudiante quiero recibir ejercicios de practica aleatorios dentro de un tema para reforzar mi conocimiento sin necesidad de una tarea

Generaciónde ejercicios aleatorios por tema 8 **SH**

HU14 Práctica Adaptativa Comoestudiante quiero recibir pistas de resolución durante la practica para mejorar mis respuestas. Pistas de resolución en lapráctica adaptativa 5 **SH**

HU16 Panel de Reportes

Como*administrador* , quiero descargar reportes consolidados de desempeño académicoanalizar el rendimiento general y tomar decisiones basadasen datos.

Descarga de reportes consolidados académicos 5 **SH**

HU17 Panel de Reportes Comodocente quiero descargar unreporte por estudiante para analizar suevolución individuala lo largo del bimestre. Reporte individual de evolución del estudiante 5 **SH**

HU20 GestiónAcadémica

Como*docente* , quiero asignar ejerciciosespecíficos a mis estudiantespara evaluar su compresión entemas concretos y reforazar áreas que requieren practica.

Asignación de ejerciciosespecíficos por docente 5 **SH**

HU27 Gestiónde Usuarios Comousuario quiero recibir mensajes de error claros en login y recuperación de contraseña para entender qué debo corregir. Manejo erroresLogin 5 **SH**

HU18 Panel de Reportes Comoadministrador quiero exportar reportesen PDF o Excel para utilizar la información en reuniones o actas institucionales. Exportaciónde reportes enPDF o Excel 3 **CH**

HU28 Infraestructura y Seguridad Comodocente quiero que lasesión no se cierre bruscamente para evitar perder trabajo entareas o configuraciones. Tiempo de sesion iniciada 5 **CH**

PRODUCT BACKLOG MANTENIDOSPRINT 4

8 5 5 5 5 3 5

Figura 47 *Mantenimiento Product Backlog Iteración 5*

Nota. Product backlog mantenido para la iteración 5

Las Figuras 43 a 46 muestran el mantenimiento del Product Backlog realizado durante las iteraciones 2, 3, 4 y 5 del proyecto, como parte del proceso de gestión de cambios en el marco de trabajo Scrum. En cada iteración, el Product Backlog fue revisado y actualizado para incorporar nuevos requerimientos, ajustes funcionales y mejoras identificadas a partir de la retroalimentación obtenida en los Sprint Review. Este proceso permitió priorizar las historias de usuario según su valor académico y técnico, asegurando que el desarrollo del sistema se mantuviera alineado con los objetivos del proyecto y las necesidades de CEPUNI Escolar. La gestión continua del Product Backlog contribuyó a una planificación flexible, al control del alcance y a la entrega progresiva de valor, facilitando la adaptación del sistema ante cambios sin afectar la estabilidad del desarrollo.

HU Épica / Módulo Historia de Usuario (Como /Quiero / Para) TITULO ESTIMACION Prioridad

HU15 PaneldeReportes

Como *docente* , quiero visualizar un panel conestadísticas de progreso y rendimiento para tener una mejor ideadel desarrollo de mi alumno.

Panel de estadísticas de progresodel estudiante **MH**

HU26 Gestión de Usuarios Como administrador quiero visualizar elhistorialde accesosy acciones críticas del sistema para monitorear incidentes y auditorías.

Histotial de Accesos **MH**

HU16 PaneldeReportes

Como *administrador* , quiero descargar reportes consolidados de desempeñoacadémico analizar el rendimiento general y tomar decisionesbasadas endatos.

Descarga de reportes consolidados académicos **SH**

HU17 PaneldeReportes Como docente quiero descargar un reporte por estudiante para analizar su evolución individual a lolargo delbimestre. Reporte individual de evolución del estudiante **SH**

HU20 Gestión Académica

Como *docente* , quiero asignar ejerciciosespecíficos a mis estudiantes para evaluar su compresión en temas concretos y reforazar áreas que requieren practica.

Asignación de ejercicios específicos por docente **SH**

HU27 Gestión de Usuarios Como usuario quiero recibir mensajes de error claros enloginy recuperación de contraseña para entender qué debo corregir. Manejoerrores Login **SH**

HU18 PaneldeReportes Como administrador quiero exportar reportes en PDF o Excel para utilizar la información en reuniones o actas institucionales. Exportación de reportes en PDF o Excel **CH**

HU28 Infraestructura y Seguridad Como docente quiero que la sesión no se cierre bruscamente para evitar perder trabajo en tareas o configuraciones. Tiempode sesion iniciada **CH**

PRODUCT BACKLOG MANTENIDO SPRINT 5

Pruebas de Aceptación

Fase Transición y Cierre

Lecciones Aprendidas/Retrospectivas (Sprint y del Product Backlog)

Durante la **fase de transición y cierre,** se desarrollaron las **retrospectivas de los sprints y del Product Backlog,** con el propósito de identificar las **lecciones aprendidas** a lo largo del proyecto. Estas retrospectivas permitieron analizar el desempeño del equipo, la efectividad de las prácticas ágiles aplicadas y la gestión de los requerimientos, así como reconocer aciertos y oportunidades de mejora en los procesos técnicos y organizativos. La evaluación continua del trabajo realizado facilitó la adopción de mejoras progresivas, el fortalecimiento de la colaboración y la

optimización de la planificación en iteraciones posteriores. En conjunto, las lecciones aprendidas constituyen un insumo valioso para la mejora continua del sistema y para futuros proyectos de desarrollo, contribuyendo a un cierre ordenado y satisfactorio del proyecto.

Figura 48 *Retrospectiva Sprint 1(Iteración)*

Nota. Retrospectiva del sprint 1

Nro. Sprint Meta 100%

4.0 CEREMONIA SPRINT RETROSPECTIVE ¿Qué salió bien en la ¿Qué no salió bien en la iteración del ¿Qué mejoras debemos implementar en el próximo

Sprint 1

Seguridad, Autenticación y Gestión de Usuarios

Se implementó correctamente el sistema de autenticación.

Se detectaron errores en la validación de permisos por rol. Establecer revisiones de código más frecuentes.

El equipo cumplió con el objetivo del Sprint al 100%.

El entorno de pruebas presentó demoras en la configuración inicial.

Mejorar la planificación del entorno de pruebas.

Buena colaboración entre el Scrum Master y el equipo de desarrollo.

Figura 49 *Retrospectiva Sprint 2(Iteración)*

Nota. Retrospectiva del sprint 2

Figura 50 Retrospectiva Sprint 3(Iteración)

Nota. Retrospectiva del sprint 3

Figura 51 *Retrospectiva Sprint 4 (iteración)*

Nota. Retrospectiva del sprint 4

Nro. Sprint Meta 100%

4.0 CEREMONIA SPRINT RETROSPECTIVE ¿Qué salió bien en la ¿Qué no salió bien en la iteración del ¿Qué mejoras debemos implementar en el próximo

Sprint 2

Gestión Académica y Estructura Curricular

Se implemento de manera correcta la gestion de docentes y alumnos por seccion

Se detectaron en primeras instancias errores en la asignacion del docente Establecer revisiones de código más frecuentes.

El equipo cumplió con el

objetivo del Sprint al 100%. Hubo tardanza en las pruebas del sistema

Mejorar en el cumplimiento de los plazos de pruebas.

Buena colaboración entre el Scrum Master y el equipo de desarrollo.

Nro. Sprint Meta 100%

4.0 CEREMONIA SPRINT RETROSPECTIVE ¿Qué salió bien en la ¿Qué no salió bien en la iteración del ¿Qué mejoras debemos implementar en el próximo

Sprint 3

Generación y Corrección Automática

La implementación del motor de IA OPENAI fue exitoso

Falta de recursos monetarios para tener un motor de IA mas avanzado.

Aumentar el presupuesto en caso se quiera mejorar la generación de respuestas con ia.

El equipo cumplió con el objetivo del Sprint al 100%.

El equipo developer se le acorto el plazo de desarrollo.

Mejorar la planificación en los plazos de cumplimiento de fechas del Sprint

Perfecto cumplimiento en los plazos acordados

Nro. Sprint Meta 100%

Se logró implementar la práctica adaptativa conforme a lo planificado, integrando la generación y corrección asistida por IA, con una correcta interacción entre frontend y backend. Las funcionalidades fueron demostradas y validadas satisfactoriamente durante el Sprint Review.

Se presentaron dificultades técnicas relacionadas con ajustes en la lógica adaptativa y tiempos de respuesta del servicio de IA, lo que generó retrasos menores y requirió reprocesos en algunas funcionalidades.

Optimizar la lógica adaptativa y el manejo de respuestas del servicio de IA, mejorar las pruebas previas a la integración y reforzar la planificación técnica para reducir reprocesos y tiempos de ajuste en futuras iteraciones.

4.0 CEREMONIA SPRINT RETROSPECTIVE ¿Qué salió bien en la ¿Qué no salió bien en la iteración del ¿Qué mejoras debemos implementar en el próximo

Sprint 4

Práctica Adaptativa

Actas de Conformidad de los Entregables

Figura 52 *Acta de Conformidad de los Entregables*

Nota. En la figura se ve Acta de conformidad de entregables

La Figura 50 presenta el Acta de Conformidad de los Entregables, documento mediante

el cual se deja constancia de la validación y aceptación formal de los productos

Nombre Firma Álvaro Tasilla Gutarra _____

Nombre Firma Álvaro Tasilla Gutarra _____

USUARIOS RESPONSABLES DE LA OTI DE LA ENTREGA DEL SOFTWARE

Dependencia Cargo

Área TI – Proyecto Académico Desarrollador Responsable / Implementador

Manual de usuario y documentación técnica

Manual para docentes/administradores y documentación técnica para implementación.

USUARIOS RESPONSABLES DE LA DEPENDENCIA SOLICITANTE DEL SOFTWARE

Dependencia Cargo

CEPUNI Escolar Solicitante del Sistema / Docente

Sistema web funcional con panel docente y módulo de práctica estudiantil

Incluye login, gestión de usuarios, panel de progreso y módulo adaptativo por nivel. **Módulo de generación y corrección automática de ejercicios con IA**

Integración con OpenAI/Ollama para generar ejercicios, validar respuestas y dar feedback. **Reportes de rendimiento académico y estadísticas de progreso**

Reportes descargables en PDF/Excel por estudiante o por curso.

Descripción del requerimiento: < *Breve descripción del requerimiento>*

DETALLE DE COMPONENTES DE SOFTWARE ENTREGABLES Descripción del Entregable Observaciones

Base de datos estructurada (MySQL)

Contiene tablas para usuarios, roles, cursos, secciones, actividades, problemas, envíos, retroalimentación y auditoría IA.

Módulo: *Modulo aprendizaje automatizado* **Versión: 1.0 Autor:** *Alvaro Tasilla*

Fecha de entrega: 20/01/2026

Servidor en el que queda instalada la aplicación: *Localhost:3660*

Forma de ingreso a la aplicación: *Localhost:5771*

Tipo de entrega:

Parcial __

Total _ x _

Proyecto/Sistema de información:

Sistema Web para mejorar la experiencia del Aprendizaje Matemático en CEPUNI Escolar con IA

Dependencia Solicitante:

Área Académica – CEPUNI Escolar

desarrollados durante el proyecto. Esta acta certifica que los entregables cumplen con

los requisitos funcionales y técnicos establecidos, así como con los objetivos planteados en cada iteración. Asimismo, refleja la conformidad de los interesados respecto al funcionamiento del sistema, evidenciando que las actividades realizadas fueron ejecutadas de acuerdo con lo planificado. La utilización de este documento contribuye a asegurar la transparencia del proceso, el cierre adecuado de las fases del proyecto y la correcta entrega del sistema web desarrollado.

Capítulo IV

PROGRAMACIÓN

Implementación de la Arquitectura de Software

La arquitectura implementada en el Sistema Web tal como se muestra en la imagen de abajo se basa en una arquitectura de capas con bases cliente – servidor poseyendo un cliente SPA basado en React + JS y un servidor backend implementado con Spring boot, JWT security más Swagger Services además de conectar con una base de datos MySQL 8 y un servicio IA de la mano del api de openAI, las capas del backend están divididas en controller, DTO's , Service, Model y Repository implementado los módulos propuestos en la diagramación UML.

Nota. Esta figura muestra la arquitectura aplicada al desarrollo del sistema web para la mejora del aprendizaje matemático con IA.

Figura 53 *Arquitectura Aplicada al desarrollo.*

Nota. Versión mas detallada de la arquitectura de software aplicada al desarrollo del proyecto.

Modelo de Diseño

Diagrama de Componentes

Figura 55

Diagrama de componentes

El diagrama de componentes presenta la estructura lógica del sistema web desarrollado, mostrando la organización de los principales módulos y su interacción para el correcto funcionamiento de la plataforma. En él se identifican los componentes de presentación, como las ventanas de práctica adaptativa, ejercicios con Inteligencia Artificial, gestión de usuarios, panel de reportes y gestión académica, los cuales se comunican con sus respectivos módulos de negocio. Asimismo, se visualizan los componentes encargados de la generación y corrección de

Figura 54 *Versión extendida de la arquitectura de software.*

ejercicios mediante Inteligencia Artificial, la autenticación de usuarios, el acceso a la base de datos y la integración con el motor de IA. Esta arquitectura modular permite una adecuada separación de responsabilidades, facilitando el mantenimiento, la escalabilidad y la evolución del sistema, además de garantizar una comunicación eficiente entre la interfaz, la lógica de negocio y los servicios de datos, asegurando un desempeño estable y seguro en el entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Diagrama de Despliegue

Figura 56

Diagrama de Despliegue

El diagrama de despliegue muestra la infraestructura física y lógica utilizada para la implementación del sistema web inteligente para el aprendizaje matemático, detallando la distribución de los componentes y la comunicación entre ellos. Los usuarios del sistema —docentes, estudiantes y administradores— acceden a la plataforma mediante

navegadores web modernos desde sus equipos, conectándose de forma segura a través del protocolo HTTPS a la aplicación web de tipo SPA alojada en un servidor web o CDN.

Esta capa de presentación se comunica con el servidor de aplicaciones, desarrollado en Spring Boot, mediante servicios REST que gestionan la lógica del negocio, la autenticación de usuarios y el control de acceso mediante tokens JWT. A su vez, el servidor de aplicaciones se conecta a la base de datos MySQL 8 para el almacenamiento y recuperación de información académica, y se integra con servicios externos de Inteligencia Artificial a través de la API de OpenAI para la generación y corrección de ejercicios matemáticos. Esta arquitectura de despliegue garantiza seguridad, escalabilidad y un adecuado rendimiento del sistema, permitiendo una experiencia de usuario estable y eficiente en el entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Creación de la Base de Datos y Generación del Script

SCRIPT DE CREACIÓN DE BASE DE DATOS Y TABLAS

```
-- MySQL dump 10.13 Distrib 8.0.36, for Win64 (x86_64)
--
-- Host: localhost Database: bd_mathia
-- ------------------------------------------------------
-- Server version 8.0.37
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;
/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */;
/*!50503 SET NAMES utf8 */;
/*!40103 SET @OLD_TIME_ZONE=@@TIME_ZONE */;
/*!40103 SET TIME_ZONE='+00:00' */;
/*!40014 SET @OLD_UNIQUE_CHECKS=@@UNIQUE_CHECKS, UNIQUE_CHECKS=0 */;
/*!40014 SET @OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS=@@FOREIGN_KEY_CHECKS,
FOREIGN_KEY_CHECKS=0 */;
```

```
/*!40101 SET @OLD_SQL_MODE=@@SQL_MODE, SQL_MODE='NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO'
*/;
/*!40111 SET @OLD_SQL_NOTES=@@SQL_NOTES, SQL_NOTES=0 */;
--
-- Table structure for table `actividad`
--
DROP TABLE IF EXISTS `actividad`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `actividad` (
`idActividad` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`Tipo` varchar(50) DEFAULT NULL,
`Fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
`fecha_vencimiento` datetime DEFAULT NULL,
`tiempo_max_segundos` int DEFAULT NULL,
`usuario_creador` int DEFAULT NULL,
`id_curso` int DEFAULT NULL,
`dificultad` varchar(20) DEFAULT NULL,
`PuntajeTotal` int DEFAULT NULL,
`Estado` varchar(20) DEFAULT NULL,
`id_subtema` int DEFAULT NULL,
`idseccion` int NOT NULL,
`nombreactividad` varchar(50) NOT NULL,
PRIMARY KEY (`idActividad`),
KEY `usuario_creador` (`usuario_creador`),
KEY `id_curso` (`id_curso`),
KEY `idx_actividad_subtema` (`id_subtema`),
KEY `fk_actividad_seccion` (`idseccion`),
CONSTRAINT `actividad_ibfk_1` FOREIGN KEY (`usuario_creador`) REFERENCES `usuario`
(`idUsuario`),
CONSTRAINT `actividad_ibfk_2` FOREIGN KEY (`id_curso`) REFERENCES `curso` (`idCurso`),
```

```
  CONSTRAINT `fk_actividad_seccion` FOREIGN KEY (`idseccion`) REFERENCES `seccion`
  (`id_seccion`) ON DELETE RESTRICT ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT `fk_actividad_subtema` FOREIGN KEY (`id_subtema`) REFERENCES `subtema`
  (`id_subtema`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=7 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `actividad_problema`
--
DROP TABLE IF EXISTS `actividad_problema`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `actividad_problema` (
  `idActividad` int NOT NULL,
  `idProblema` int NOT NULL,
  `puntos` int DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`idActividad`,`idProblema`),
  KEY `idProblema` (`idProblema`),
  CONSTRAINT `actividad_problema_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idActividad`) REFERENCES `actividad`
  (`idActividad`),
  CONSTRAINT `actividad_problema_ibfk_2` FOREIGN KEY (`idProblema`) REFERENCES
  `problema` (`idProblema`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `asignacion_docente`
--
DROP TABLE IF EXISTS `asignacion_docente`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
```

```
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `asignacion_docente` (
`id_asignacion` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`id_docente` int NOT NULL,
`id_curso` int NOT NULL,
`id_seccion` int NOT NULL,
`anio` int NOT NULL DEFAULT '2025',
`estado` tinyint DEFAULT '1',
PRIMARY KEY (`id_asignacion`),
UNIQUE KEY `unique_asignacion` (`id_docente`,`id_curso`,`id_seccion`,`anio`),
KEY `fk_asig_curso` (`id_curso`),
KEY `fk_asig_seccion` (`id_seccion`),
CONSTRAINT `fk_asig_curso` FOREIGN KEY (`id_curso`) REFERENCES `curso` (`idCurso`),
CONSTRAINT `fk_asig_seccion` FOREIGN KEY (`id_seccion`) REFERENCES `seccion`
(`id_seccion`),
CONSTRAINT `fk_asig_usuario` FOREIGN KEY (`id_docente`) REFERENCES `usuario` (`idUsuario`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=11 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `auditoria_ia`
--
DROP TABLE IF EXISTS `auditoria_ia`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `auditoria_ia` (
`idAuditoria` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`idUsuario` int DEFAULT NULL,
`modelo` varchar(50) DEFAULT NULL,
`tokens_in` int DEFAULT NULL,
`tokens_out` int DEFAULT NULL,
```

```
`fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
`prompt` text,
`respuesta` text,
PRIMARY KEY (`idAuditoria`),
KEY `idUsuario` (`idUsuario`),
CONSTRAINT `auditoria_ia_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario`
(`idUsuario`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `curso`
--
DROP TABLE IF EXISTS `curso`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `curso` (
`idCurso` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`Nombre_curso` varchar(100) DEFAULT NULL,
`Descripcion` varchar(200) DEFAULT NULL,
`estado` tinyint(1) DEFAULT '1',
`fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
`fecha_actualizacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE
CURRENT_TIMESTAMP,
PRIMARY KEY (`idCurso`),
UNIQUE KEY `Nombre_curso` (`Nombre_curso`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=6 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `docente`
```

```
--

DROP TABLE IF EXISTS `docente`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `docente` (

`idUsuario` int NOT NULL,

`Apodo` varchar(50) DEFAULT NULL,

`titulo` varchar(100) DEFAULT NULL,

`especialidad` varchar(100) DEFAULT NULL,

`telefono` varchar(20) DEFAULT NULL,

`fecha_ingreso` date DEFAULT NULL,

PRIMARY KEY (`idUsuario`),

CONSTRAINT `docente_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario` (`idUsuario`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Table structure for table `envio`

--

DROP TABLE IF EXISTS `envio`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `envio` (

`idEnvio` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,

`idActividad` int DEFAULT NULL,

`idProblema` int DEFAULT NULL,

`idUsuario` int DEFAULT NULL,

`Respuesta_expre` text,

`Fecha_resul` datetime DEFAULT NULL,

`puntos` decimal(5,2) DEFAULT NULL,

`es_correcto` tinyint DEFAULT NULL,

`tiempo_ms` int DEFAULT NULL,
```

```
PRIMARY KEY (`idEnvio`),
KEY `idActividad` (`idActividad`),
KEY `idProblema` (`idProblema`),
KEY `idUsuario` (`idUsuario`),
CONSTRAINT `envio_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idActividad`) REFERENCES `actividad`
(`idActividad`),
CONSTRAINT `envio_ibfk_2` FOREIGN KEY (`idProblema`) REFERENCES `problema`
(`idProblema`),
CONSTRAINT `envio_ibfk_3` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario` (`idUsuario`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `password_reset_token`
--
DROP TABLE IF EXISTS `password_reset_token`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `password_reset_token` (
`id` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`token` varchar(120) NOT NULL,
`expires_at` datetime NOT NULL,
`used` tinyint(1) NOT NULL DEFAULT '0',
`usuario_id` int NOT NULL,
PRIMARY KEY (`id`),
UNIQUE KEY `token` (`token`),
KEY `fk_password_reset_usuario` (`usuario_id`),
CONSTRAINT `fk_password_reset_usuario` FOREIGN KEY (`usuario_id`) REFERENCES `usuario`
(`idUsuario`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=7 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
```

```
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Table structure for table `perfil_alumno`

--

DROP TABLE IF EXISTS `perfil_alumno`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `perfil_alumno` (

`idUsuario` int NOT NULL,

`Grado` varchar(20) DEFAULT NULL,

`Nivel` varchar(20) DEFAULT NULL,

`Punt_Max` int DEFAULT '0',

`Apodo` varchar(60) DEFAULT NULL,

`Dominio` varchar(50) DEFAULT NULL,

`id_seccion` int DEFAULT NULL,

PRIMARY KEY (`idUsuario`),

KEY `id_seccion` (`id_seccion`),

CONSTRAINT `perfil_alumno_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario`

(`idUsuario`),

CONSTRAINT `perfil_alumno_ibfk_2` FOREIGN KEY (`id_seccion`) REFERENCES `seccion`

(`id_seccion`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Table structure for table `pista`

--

DROP TABLE IF EXISTS `pista`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `pista` (

`idPista` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
```

```
`idProblema` int DEFAULT NULL,
`idUsuario` int DEFAULT NULL,
`texto` text,
`fecha` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
`orden` int DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`idPista`),
KEY `idProblema` (`idProblema`),
KEY `idUsuario` (`idUsuario`),
CONSTRAINT `pista_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idProblema`) REFERENCES `problema`
(`idProblema`),
CONSTRAINT `pista_ibfk_2` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario` (`idUsuario`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `problema`
--
DROP TABLE IF EXISTS `problema`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `problema` (
`idProblema` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`Nivel` varchar(50) DEFAULT NULL,
`Fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
`Expresion` text,
`origen` varchar(100) DEFAULT NULL,
`solucion_texto` text,
`id_subtema` int DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`idProblema`),
KEY `idx_problema_subtema` (`id_subtema`),
CONSTRAINT `fk_problema_subtema` FOREIGN KEY (`id_subtema`) REFERENCES `subtema`
```

```
(`id_subtema`)

) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8 DEFAULT CHARSET=utf8mb4

COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Table structure for table `report_log`

--

DROP TABLE IF EXISTS `report_log`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `report_log` (

`id_log` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,

`Tipo` varchar(50) DEFAULT NULL,

`Hora` time DEFAULT NULL,

`Fecha` date DEFAULT NULL,

`latencia_ms` int DEFAULT NULL,

`idUsuario` int DEFAULT NULL,

`Prompt` text,

PRIMARY KEY (`id_log`),

KEY `idUsuario` (`idUsuario`),

CONSTRAINT `report_log_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idUsuario`) REFERENCES `usuario`

(`idUsuario`)

) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Table structure for table `retroalimentacion`

--

DROP TABLE IF EXISTS `retroalimentacion`;

/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;

/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;

CREATE TABLE `retroalimentacion` (
```

```
`idRetroalimentacion` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`idEnvio` int DEFAULT NULL,
`fuente` varchar(50) DEFAULT NULL,
`comentario_corto` text,
`comentario_detallado` text,
`fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
PRIMARY KEY (`idRetroalimentacion`),
KEY `idEnvio` (`idEnvio`),
CONSTRAINT `retroalimentacion_ibfk_1` FOREIGN KEY (`idEnvio`) REFERENCES `envio`
(`idEnvio`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `rol`
--
DROP TABLE IF EXISTS `rol`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `rol` (
`idRol` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`Nombre` varchar(50) DEFAULT NULL,
`Descripcion` varchar(200) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`idRol`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=4 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `seccion`
--
DROP TABLE IF EXISTS `seccion`;
```

```
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `seccion` (
`id_seccion` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`codigo` varchar(20) NOT NULL,
`nombre` varchar(50) NOT NULL,
`grado` varchar(10) NOT NULL,
`estado` tinyint(1) DEFAULT '1',
`descripcion` varchar(200) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`id_seccion`),
UNIQUE KEY `codigo` (`codigo`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=4 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `subtema`
--
DROP TABLE IF EXISTS `subtema`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `subtema` (
`id_subtema` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`id_tema` int NOT NULL,
`nombre` varchar(100) NOT NULL,
`descripcion` varchar(200) DEFAULT NULL,
`fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
PRIMARY KEY (`id_subtema`),
KEY `idx_subtema_tema` (`id_tema`),
CONSTRAINT `subtema_ibfk_1` FOREIGN KEY (`id_tema`) REFERENCES `tema` (`id_tema`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=3 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
```

```
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `tema`
--
DROP TABLE IF EXISTS `tema`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `tema` (
`id_tema` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`id_curso` int NOT NULL,
`nombre` varchar(100) NOT NULL,
`descripcion` varchar(200) DEFAULT NULL,
`fecha_creacion` datetime DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
PRIMARY KEY (`id_tema`),
KEY `idx_tema_curso` (`id_curso`),
CONSTRAINT `tema_ibfk_1` FOREIGN KEY (`id_curso`) REFERENCES `curso` (`idCurso`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=3 DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;
/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;
--
-- Table structure for table `usuario`
--
DROP TABLE IF EXISTS `usuario`;
/*!40101 SET @saved_cs_client = @@character_set_client */;
/*!50503 SET character_set_client = utf8mb4 */;
CREATE TABLE `usuario` (
`idUsuario` int NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`Nombre` varchar(100) DEFAULT NULL,
`Apellidos` varchar(150) DEFAULT NULL,
`Correo` varchar(150) DEFAULT NULL,
```

`Clave` varchar(250) DEFAULT NULL,

`Rol` int DEFAULT NULL,

`Estado` tinyint DEFAULT '1',

PRIMARY KEY (`idUsuario`),

UNIQUE KEY `Correo` (`Correo`),

KEY `Rol` (`Rol`),

CONSTRAINT `usuario_ibfk_1` FOREIGN KEY (`Rol`) REFERENCES `rol` (`idRol`)

) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=8 DEFAULT CHARSET=utf8mb4

COLLATE=utf8mb4_0900_ai_ci;

/*!40101 SET character_set_client = @saved_cs_client */;

--

-- Dumping events for database 'bd_mathia'

--

--

-- Dumping routines for database 'bd_mathia'

--

/*!40103 SET TIME_ZONE=@OLD_TIME_ZONE */;

/*!40101 SET SQL_MODE=@OLD_SQL_MODE */;

/*!40014 SET FOREIGN_KEY_CHECKS=@OLD_FOREIGN_KEY_CHECKS */;

/*!40014 SET UNIQUE_CHECKS=@OLD_UNIQUE_CHECKS */;

/*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;

/*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;

/*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;

/*!40111 SET SQL_NOTES=@OLD_SQL_NOTES */;

SUSTENTO DE LA ELECCIÓN DEL MOTOR DE BASE DE DATOS

Teniendo en cuenta la estructura de la empresa a la que se le está proporcionando el sistema web se vio la necesidad de tener un base de datos estructurada reduciendo el campo de selección de base datos SQL se escogió el motor de base de datos de MYSQL8 debido a que es multiplataforma es open-source además de que presenta una gran escalabilidad junto al desarrollo del proyecto, teniendo una base de datos ordenada y a la que se puede hacer consultas estructuradas.

Figura 57 *Diagrama de la base de datos*

El diagrama muestra el **modelo lógico de la base de datos** del sistema web, en el cual se representan las principales entidades y las relaciones que permiten gestionar de manera estructurada la información académica y operativa de la plataforma. Entre las entidades más relevantes se encuentran usuarios, roles, estudiantes, docentes, cursos, secciones, actividades, ejercicios, respuestas, resultados, reportes y registros de auditoría, las cuales se encuentran relacionadas mediante claves primarias y foráneas que garantizan la integridad referencial de los datos. Este modelo ha sido diseñado para soportar los procesos de autenticación, gestión académica, práctica adaptativa, generación y corrección de ejercicios con Inteligencia Artificial, así como el seguimiento del desempeño del estudiante. La correcta normalización de las tablas evita la redundancia de información y facilita la consistencia de los datos, permitiendo consultas eficientes y una adecuada escalabilidad del sistema. En conjunto, el diseño de la base de datos constituye un componente fundamental para el funcionamiento estable, seguro y eficiente del sistema

web en el entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Implementación de Librerías y Dependencias

Tabla 19 *Librerias aplicadas en el desarrollo*

Tabla 20

Dependencias aplicadas al desarrollo

Librería Función react Construye la UI. **react-dom** Renderiza React en el navegador. **react-router-dom** Manejo de rutas SPA

vite Compilación y servidor rápido. **@vitejs/plugin- react-swc** Compilación rápida (SWC).

eslint Analiza calidad del código. **eslint-plugin-react- hooks** Valida hooks.

eslint-plugin-react- refresh

Hot reload óptimo.

****@types/react/* **** Tipos para autocompletado.

globals Define globales para ESLint.

Dependencia Función principal spring-boot-starter-security Manejo de autenticación y roles. **spring-boot-starter-web** Crear API REST. **spring-boot-devtools** Recarga automática (Hot Reload) y herramientas para desarrollo. **spring-boot-starter-test** Framework de pruebas. **spring-boot-starter-data-jpa** Repositorios + Hibernate ORM.

mysql-connector-j Conexión a MySQL. **jjwt-api** Generación/validación de JWT.

jjwt-impl Implementación interna de JWT.

Las Tablas 19 y 20 presentan las librerías y dependencias utilizadas en el desarrollo del sistema web, las cuales fueron seleccionadas en función de su estabilidad, rendimiento y compatibilidad con la arquitectura propuesta. En el frontend, se emplearon tecnologías basadas en React para la construcción de una interfaz de usuario dinámica y modular, apoyadas por herramientas como Vite y SWC que optimizan el proceso de compilación y mejoran los tiempos de desarrollo. Asimismo, el uso de librerías de enrutamiento, validación de código y control de calidad contribuyó a mantener una estructura organizada, escalable y fácil de mantener. En el backend, se utilizaron dependencias del ecosistema Spring Boot para la creación de una API REST segura y robusta, incorporando mecanismos de autenticación y autorización mediante JWT, persistencia de datos con JPA e integración con una base de datos MySQL. Adicionalmente, se incluyeron herramientas de prueba, desarrollo y servicios complementarios como el envío de correos electrónicos, lo que permitió fortalecer la funcionalidad, seguridad y confiabilidad del sistema. En conjunto, la correcta implementación de estas librerías y dependencias garantiza un desarrollo eficiente, un adecuado rendimiento de la aplicación y una base tecnológica sólida para futuras ampliaciones del sistema.

jjwt-jackson Manejo JSON en JWT. **spring-boot-starter-mail** Envío de correos SMTP.

Figura 58 *Representación gráfica la interacción entre librerías y dependencia*

Nota. La figura presenta las librerías y dependencias del frontend y backend del sistema, así como su comunicación mediante servicios HTTP/JSON y la conexión con la base de datos MySQL.

El diagrama por capas permite visualizar de manera general cómo está organizado

el sistema y cómo se relacionan sus principales componentes. En la capa de **frontend** se utiliza una aplicación web de tipo SPA desarrollada con React, donde *react-dom* se encarga del renderizado, *react-router-dom* permite la navegación entre vistas y *Vite* junto con *@vitejs/plugin-react-swc* optimiza la compilación y el entorno de desarrollo. Además, se emplean herramientas como *ESLint,* sus plugins y *@types/react,* las cuales ayudan a mantener un código ordenado, consistente y con mejor soporte durante el desarrollo. Por otro lado, en la capa de **backend** el sistema está implementado con Spring Boot, utilizando *spring-boot-starter-web* para la creación de servicios REST, *spring-boot-starter-security* y JWT para el manejo de la autenticación y roles de usuario, y *spring-boot-starter-data-*

jpa junto con *MySQL* para la gestión y persistencia de la información. La comunicación entre el frontend y el backend se realiza mediante solicitudes HTTP y el intercambio de datos en formato JSON, lo que permite una correcta separación de responsabilidades y facilita el mantenimiento y la escalabilidad del sistema.

Codificación del Front End

Tabla 21 *Pantallas implementadas en el Front End del sistema web*

NRO TIPO NOMBRE DESCRIPCIÓN

1 Pantalla Login Acceso de usuarios al sistema.

2 Pantalla Recuperar contraseña Solicitud de restablecimiento de contraseña. **3** Pantalla Dashboard admin Vista principal para administración.

4 Pantalla Gestión de usuarios CRUD de usuarios del sistema.

5 Pantalla Gestión de perfiles Administración de perfiles/roles.

6 Pantalla Gestión de cursos Administración de cursos.

7 Pantalla Gestión de secciones Administración de secciones.

8 Pantalla Gestión de asignaciones Administración de asignaciones.

9 Pantalla Resumen docente Vista general de actividades del docente. **10** Pantalla Secciones docentes Gestión/visualización de secciones del docente. **11** Pantalla Temas docentes Gestión de temas por docente.

12 Pantalla Actividades docentes Gestión de actividades del docente.

13 Pantalla Entregas docentes Revisión de entregas de estudiantes.

14 Pantalla Resumen estudiante Vista inicial del estudiante con pendientes. **15** Pantalla Mis actividades Listado de actividades por curso.

16 Pantalla Progreso estudiante Métricas de avance del estudiante.

17 Pantalla Resolver actividad Desarrollo/entrega de una actividad.

18 Pantalla Práctica adaptativa Práctica personalizada para el estudiante. **19** Pantalla No autorizado Acceso denegado por permisos.

Nota. La tabla presenta las principales pantallas desarrolladas en la interfaz del sistema, organizadas según su función y orientadas a los roles de administrador, docente y estudiante, permitiendo el acceso seguro, la gestión académica y la ejecución de actividades y prácticas adaptativas.

La tabla presenta el conjunto de **pantallas implementadas en el Front End** del sistema web, las cuales conforman la interfaz de usuario y permiten la interacción directa de los distintos perfiles que acceden a la plataforma. Estas pantallas han sido diseñadas considerando criterios de usabilidad, organización funcional y control de accesos, permitiendo diferenciar claramente las vistas correspondientes a los roles de administrador, docente y estudiante. El Front End incluye módulos para la autenticación y recuperación de credenciales, la gestión académica y administrativa, el seguimiento del progreso estudiantil y la ejecución de actividades académicas, así como la práctica adaptativa personalizada. Cada pantalla cumple una función específica dentro del flujo del sistema, facilitando la navegación, la ejecución de tareas y el acceso seguro a la información. En conjunto, la codificación del Front End garantiza una experiencia de usuario intuitiva, ordenada y coherente, alineada con los objetivos pedagógicos y tecnológicos del sistema web desarrollado.

Codificación del Back End

Tabla 22 *Estructura de clases, controladores y componentes del Back End del sistema*

N° TIPO NOMBRE DESCRIPCIÓN

1 Controller ProblemaController Endpoints HTTP para gestión de problemas. **2** Controller PerfilAlumnoController Endpoints HTTP para perfil del alumno. **3** Controller EnvioController Endpoints HTTP para envíos de respuestas. **4** Controller ActividadController Endpoints HTTP para actividades. **5** Controller TemaController Endpoints HTTP para temas. **6** Controller SeccionController Endpoints HTTP para secciones. **7** Controller CursoController Endpoints HTTP para cursos. **8** Controller AuthController Endpoints HTTP de autenticación. **9** Controller UsuarioController Endpoints HTTP para usuarios. **10** Controller SubtemaController Endpoints HTTP para subtemas.

11 Controller AsignacionDocenteController Endpoints HTTP para asignaciones de docentes. **12** Service SubtemaService Interfaz de negocio para subtemas. **13** Service MailService Interfaz de envío de correo. **14** Service CursoService Interfaz de negocio para cursos. **15** Service PerfilAlumnoService Interfaz de negocio para perfil de alumno. **16** Service ActividadService Interfaz de negocio para actividades.

17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58

Service TemaService Interfaz de negocio para temas. Service UsuarioService Interfaz de negocio para usuarios. Service EnvioService Interfaz de negocio para envíos.

Service AsignacionDocenteService Interfaz de negocio para asignación docente. Service SeccionService Interfaz de negocio para secciones. Service ProblemaService Interfaz de negocio para problemas. Service ResetPasswordService Interfaz para recuperación de contraseña. ServiceImpl AsignacionDocenteServiceImpl Implementación de asignación docente. ServiceImpl PerfilAlumnoServiceImpl Implementación de perfil alumno.

ServiceImpl ResetPasswordServiceImpl Implementación de recuperación de contraseña. ServiceImpl CursoServiceImpl Implementación de cursos. ServiceImpl SubtemaServiceImpl Implementación de subtemas. ServiceImpl EnvioServiceImpl Implementación de envíos. ServiceImpl MailServiceImpl Implementación de envío de correo. ServiceImpl ProblemaServiceImpl Implementación de problemas. ServiceImpl SeccionServiceImpl Implementación de secciones. ServiceImpl ActividadServiceImpl Implementación de actividades. ServiceImpl TemaServiceImpl Implementación de temas. ServiceImpl UsuarioServiceImpl Implementación de usuarios. Repository ActividadRepository Acceso a datos de actividades. Repository RetroalimentacionRepository Acceso a datos de retroalimentación. Repository SubtemaRepository Acceso a datos de subtemas. Repository UsuarioRepository Acceso a datos de usuarios. Repository PasswordResetTokenRepository Acceso a tokens de reseteo. Repository AsignacionDocenteRepository Acceso a asignaciones de docentes. Repository SeccionRepository Acceso a datos de secciones. Repository PerfilAlumnoRepository Acceso a perfiles de alumnos. Repository CursoRepository Acceso a datos de cursos. Repository ActividadProblemaRepository Acceso a relación actividad–problema. Repository EnvioRepository Acceso a datos de envíos. Repository ProblemaRepository Acceso a datos de problemas. Repository TemaRepository Acceso a datos de temas. Model / Entity Tema Entidad de tema.

Model / Entity ActividadProblemaId Identificador compuesto actividad– problema. Model / Entity PasswordResetToken Token de recuperación de contraseña. Model / Entity Rol Entidad de rol. Model / Entity AuditoriaIA Entidad de auditoría IA. Model / Entity ActividadProblema Entidad relación actividad–problema. Model / Entity FuentePista Entidad de fuente de pista. Model / Entity OrigenProblema Entidad de origen del problema. Model / Entity Problema Entidad de problema. Model / Entity AccionIA Entidad de acción IA.

59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92

Model / Entity FuenteRetro Entidad de fuente de retroalimentación. Model / Entity Seccion Entidad de sección. Model / Entity Curso Entidad de curso. Model / Entity Subtema Entidad de subtema. Model / Entity Retroalimentacion Entidad de retroalimentación. Model / Entity Envio Entidad de envío. Model / Entity Actividad Entidad de actividad. Model / Entity Pista Entidad de pista. Model / Entity AsignacionDocente Entidad de asignación docente. Model / Entity Usuario Entidad de usuario. Model / Entity PerfilAlumno Entidad de perfil del alumno. DTO ProblemaRequest DTO para crear problema. DTO GenerarProblemaRequest DTO para generación de problema con IA. DTO ProblemaUpdateRequest DTO para actualizar problema. DTO EnvioRequest DTO para crear envío. DTO TemaRequest DTO para crear o editar tema. DTO AuthResponse DTO de respuesta de autenticación. DTO UsuarioDTO DTO de usuario. DTO PerfilAlumnoRequest DTO de solicitud de perfil alumno. DTO PerfilAlumnoResponse DTO de respuesta de perfil alumno. DTO RetroalimentacionUpdateRequest DTO para actualizar retroalimentación.

DTO ResetPasswordRequest DTO para solicitar reseteo de contraseña.

DTO ProblemaActividadResponse DTO de respuesta problema–actividad. DTO EnvioResponse DTO de respuesta de envío. DTO AsignacionDocenteRequest DTO para asignación docente. DTO SubtemaRequest DTO para subtema. DTO ResetPasswordConfirmRequest DTO para confirmar reseteo de contraseña. DTO ActividadRequest DTO para actividad. DTO LoginRequest DTO para login.

Security CustomUserDetailsService Servicio de carga de usuarios para Spring Security.

Security JwtUtil Utilidades para generación y validación de JWT. Security SecurityConfig Configuración de seguridad y filtros. Security JwtAuthFilter Filtro JWT para autenticación.

Config OpenAIConfig Configuración de cliente y credenciales de OpenAI. *Nota.* La tabla detalla las principales clases del backend organizadas por capas, incluyendo

controladores, servicios, repositorios, entidades, DTOs y componentes de seguridad y

configuración, que en conjunto permiten la gestión académica, la autenticación, la integración con

Inteligencia Artificial y el funcionamiento integral del sistema web.

A continuación, se hace una explicación de los componentes por capas del Backend:

Capa de Presentación (Controllers)

Esta capa se encarga de gestionar las solicitudes HTTP entrantes y exponer los servicios

del sistema mediante endpoints REST.

• ProblemaController

• PerfilAlumnoController

• EnvioController

• ActividadController

• TemaController

• SeccionController

• CursoController

• AuthController

• UsuarioController

• SubtemaController

• AsignacionDocenteController

Capa de Servicio (Business Layer)

Contiene la lógica de negocio del sistema. Se divide en interfaces y sus respectivas

implementaciones, garantizando desacoplamiento y facilidad de mantenimiento.

Interfaces de Servicio

• SubtemaService

• MailService

• CursoService

• PerfilAlumnoService

• ActividadService

• TemaService

• UsuarioService

• EnvioService

• AsignacionDocenteService

• SeccionService

• ProblemaService

• ResetPasswordService

Implementaciones de Servicio

• AsignacionDocenteServiceImpl

• PerfilAlumnoServiceImpl

• ResetPasswordServiceImpl

• CursoServiceImpl

• SubtemaServiceImpl

• EnvioServiceImpl

• MailServiceImpl

• ProblemaServiceImpl

• SeccionServiceImpl

• ActividadServiceImpl

• TemaServiceImpl

• UsuarioServiceImpl

Capa de Persistencia (Repositories)

Esta capa se encarga del acceso a datos y la comunicación directa con la base de datos

mediante repositorios JPA.

• ActividadRepository

• RetroalimentacionRepository

• SubtemaRepository

- UsuarioRepository
- PasswordResetTokenRepository
- AsignacionDocenteRepository
- SeccionRepository
- PerfilAlumnoRepository
- CursoRepository
- ActividadProblemaRepository
- EnvioRepository
- ProblemaRepository
- TemaRepository

Capa de Dominio (Models / Entities)

Representa las entidades principales del sistema y refleja el modelo de datos utilizado en la base de datos.

- Tema
- ActividadProblemaId
- PasswordResetToken
- Rol
- AuditoriaIA
- ActividadProblema
- FuentePista
- OrigenProblema
- Problema
- AccionIA
- FuenteRetro
- Seccion
- Curso
- Subtema
- Retroalimentacion
- Envio
- Actividad
- Pista

• AsignacionDocente

• Usuario

• PerfilAlumno

Capa de Transferencia de Datos (DTOs)

Permite el intercambio de información entre capas, evitando la exposición directa de las entidades del dominio.

• ProblemaRequest

• GenerarProblemaRequest

• ProblemaUpdateRequest

• EnvioRequest

• TemaRequest

• AuthResponse

• UsuarioDTO

• PerfilAlumnoRequest

• PerfilAlumnoResponse

• RetroalimentacionUpdateRequest

• ResetPasswordRequest

• ProblemaActividadResponse

• EnvioResponse

• AsignacionDocenteRequest

• SubtemaRequest

• ResetPasswordConfirmRequest

• ActividadRequest

• LoginRequest

Capa de Seguridad y Configuración

Gestiona los aspectos relacionados con autenticación, autorización y configuración de servicios externos.

• CustomUserDetailsService

• JwtUtil

• SecurityConfig

• JwtAuthFilter

• OpenAIConfig

El sistema fue desarrollado siguiendo una **arquitectura en capas,** la cual permite una clara separación de responsabilidades entre los distintos componentes del software. Este enfoque facilita el mantenimiento, la escalabilidad y la reutilización del código, al permitir que cada capa se enfoque exclusivamente en una función específica dentro del sistema.

La **capa de presentación** se encarga de recibir las solicitudes del usuario a través de servicios REST, actuando como punto de entrada al sistema. La **capa de servicio** concentra la lógica de negocio, asegurando que las reglas del sistema se mantengan independientes de la forma en que se presentan o almacenan los datos. La **capa de persistencia** administra el acceso a la base de datos mediante repositorios, mientras que la **capa de dominio** representa las entidades centrales del sistema y su comportamiento. Finalmente, la **capa de transferencia** permite una comunicación segura y controlada entre las capas, y la **capa de seguridad y configuración** gestiona los aspectos de autenticación, autorización y conexión con servicios externos.

Este diseño favorece la organización del código, reduce el acoplamiento entre componentes y mejora la calidad general del software desarrollado.

El sistema puede ser interpretado como una implementación del **patrón Modelo–Vista–Controlador (MVC),** adaptado a un entorno de aplicaciones web basadas en servicios REST:

• **Modelo (Model):** Representado por la **capa de dominio** y la **capa de persistencia,** donde se definen las entidades del negocio y su almacenamiento.

• **Controlador (Controller):** Implementado mediante los **Controllers,** los cuales reciben las solicitudes del cliente, procesan las entradas y coordinan las acciones necesarias con la capa de servicio.

• **Vista (View):** En este caso, la vista no se encuentra en el backend, sino que es consumida por aplicaciones cliente (frontend), las cuales reciben respuestas en formato JSON.

De esta manera, el sistema mantiene los principios fundamentales del patrón MVC, adaptándolos a una arquitectura moderna orientada a servicios.

Listado de Consultas y Reportes

Tabla 23 *Consultas y métodos de acceso a datos implementados en el sistema*

N° Tipo Nombre de la Consulta Descripción

1 SELECT findByUsuarioCreador_IdUsuario Obtiene las actividades creadas por un usuario específico. **2** SELECT findFirstByTipoIgnoreCaseAndEstado IgnoreCase

Obtiene la primera actividad según tipo y estado, sin distinguir mayúsculas ni minúsculas. **3** SELECT findByEnvio_IdEnvio Obtiene las retroalimentaciones asociadas a un envío. **4** SELECT findByCorreo Obtiene un usuario por su correo electrónico, incluyendo el rol mediante EntityGraph. **5** EXISTS existsByCorreo Verifica la existencia de un usuario a partir de su correo electrónico. **6** SELECT findByToken Obtiene un token de restablecimiento de contraseña según su valor. **7** EXISTS existsByDocente_IdUsuarioAndCurso _IdCursoAndSeccion_IdSeccionAndA nio

Verifica la existencia de una asignación docente por docente, curso, sección y año.

8 SELECT findByDocente_IdUsuarioAndCurso_ IdCursoAndSeccion_IdSeccionAndAn io

Obtiene una asignación docente según docente, curso, sección y año.

9 SELECT findByDocente_IdUsuario Obtiene todas las asignaciones correspondientes a un docente. **10** SELECT findByCurso_IdCurso Obtiene las asignaciones asociadas a un curso específico. **11** SELECT findBySeccion_IdSeccion Obtiene las asignaciones asociadas a una sección específica. **12** EXISTS existsByNombre Verifica la existencia de una sección según su nombre. **13** SELECT findByNombre Obtiene una sección a partir de su nombre.

14

EXISTS existsByCodigo Verifica la existencia de una sección según su código. **15** SELECT findByCodigo Obtiene una sección a partir de su código.

16 EXISTS existsByNombreCurso Verifica la existencia de un curso según su nombre. **17** SELECT findByNombreCurso Obtiene un curso a partir de su nombre.

18 SELECT findByActividad_IdActividad Obtiene la relación actividad–problema según la actividad. **19** SELECT findByActividad_IdActividad Obtiene los envíos asociados a una actividad específica. **20** SELECT findByUsuario_IdUsuario Obtiene los envíos realizados por un usuario específico. *Nota.* La tabla presenta las principales consultas y métodos definidos en los repositorios del

sistema, utilizados para la recuperación y validación de información académica, usuarios,

asignaciones, actividades y envíos, garantizando un acceso eficiente y seguro a los datos

almacenados en la base de datos.

La tabla presenta las principales consultas y métodos de acceso a datos implementados

en el sistema web, los cuales permiten la recuperación, validación y verificación

eficiente de la información almacenada en la base de datos. Estas consultas fueron

definidas utilizando los mecanismos proporcionados por Spring Data JPA, facilitando la

interacción entre la capa de persistencia y la lógica de negocio. A través de ellas se

gestionan operaciones relacionadas con usuarios, actividades, envíos, asignaciones

docentes, cursos, secciones y procesos de seguridad, garantizando la integridad y

consistencia de los datos. Asimismo, el uso de métodos de tipo *SELECT* y *EXISTS*

contribuye a optimizar el rendimiento del sistema y a reforzar las validaciones necesarias para el correcto funcionamiento de los procesos académicos y administrativos. En conjunto, estas consultas constituyen un componente fundamental para la operatividad, confiabilidad y eficiencia del sistema web desarrollado.

Tabla 24

Reportes y listados generados por el sistema web

N° Nombre del Reporte/Listado	**Descripción**
1 Envíos por actividad	Listado de envíos asociados a una actividad específica.
2 Envíos por usuario	Listado de envíos realizados por un usuario determinado.
3 Retroalimentación por envío	Listado de retroalimentaciones asociadas a un envío específico.
4 Actividades por creador	Listado de actividades creadas por un usuario.
5 Asignaciones por docente	Listado de asignaciones filtradas según el docente.
6 Asignaciones por curso	Listado de asignaciones filtradas según el curso.
7 Asignaciones por sección	Listado de asignaciones filtradas según la sección.

Nota. La tabla presenta los principales reportes y listados implementados en el sistema, orientados al seguimiento académico y administrativo, permitiendo la consulta organizada de envíos, retroalimentaciones, actividades y asignaciones según distintos criterios de filtrado.

La tabla presenta los **reportes y listados generados por el sistema web,** los cuales permiten visualizar y organizar la información académica y operativa de manera clara y estructurada. Estos reportes facilitan el seguimiento de los envíos realizados por los estudiantes, la retroalimentación asociada a cada actividad, así como la gestión de actividades y asignaciones docentes según distintos criterios de filtrado, como usuario, curso o sección. Su implementación contribuye a una mejor toma de decisiones pedagógicas y administrativas, al proporcionar información relevante y actualizada sobre el desempeño académico y la distribución de actividades dentro de la institución. En conjunto, los reportes y listados constituyen una herramienta clave para el monitoreo, control y análisis del proceso educativo en el entorno virtual de CEPUNI Escolar.

Codificación de Mantenedores (CRUD)

Tabla 25 *Mantenedores implementados en el sistema web*

N°	Nombre del Mantenedor	Descripción
1	Curso	CRUD completo para la gestión de cursos mediante el endpoint /api/cursos.
2	Sección	CRUD completo para la gestión de secciones mediante el endpoint /api/secciones.
3	Tema	CRUD completo para la gestión de temas mediante el endpoint /api/temas.
4	Subtema	CRUD completo para la gestión de subtemas mediante el endpoint /api/subtemas.

5 Actividad CRUD completo para la gestión de actividades mediante el endpoint /api/actividades.

6 Usuario CRUD completo para la gestión de usuarios mediante el endpoint /api/usuarios. **7** Perfil de Alumno CRUD completo para la gestión de perfiles de alumno mediante el endpoint /api/perfil-alumnos.

8 Asignación Docente CRUD completo para la gestión de asignaciones docente–curso–sección mediante el endpoint /api/asignaciones-docente.

Nota. La tabla presenta los principales mantenedores desarrollados en el sistema, los cuales permiten realizar operaciones de creación, consulta, actualización y eliminación (CRUD) sobre las entidades académicas y administrativas, garantizando una gestión organizada y segura de la información.

La tabla presenta los **mantenedores implementados en el sistema web,** los cuales permiten gestionar de manera integral las principales entidades académicas y administrativas de la plataforma. Cada mantenedor ha sido desarrollado bajo el enfoque de servicios REST, facilitando las operaciones de creación, consulta, actualización y eliminación de registros, y asegurando la correcta interacción entre el frontend y el backend. Estos módulos permiten administrar cursos, secciones, temas, subtemas, actividades, usuarios, perfiles de alumnos y asignaciones docentes, contribuyendo a una organización eficiente de la información y al control adecuado de los procesos académicos.

En conjunto, los mantenedores garantizan la integridad de los datos, la trazabilidad de las operaciones y la correcta administración del sistema en el entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Procesos Transaccionales

Tabla 26 *Tabla de procesos funcionales transaccionles del sistema web*

N° Caso de Uso Nombre del Proceso Descripción 1 Iniciar sesión Inicio de sesión Validación de credenciales del usuario y emisión de un token JWT para el acceso seguro al sistema. **2** Gestionar usuarios Administración de usuarios Registro, consulta, actualización y eliminación de usuarios del sistema.

3 Gestionar perfil de alumno Perfil de alumno Registro y mantenimiento de la información del perfil del alumno.

4 Gestionar cursos Mantenimiento de cursos Operaciones CRUD de cursos para la organización académica.

5 Gestionar secciones Mantenimiento de secciones Operaciones CRUD de secciones, incluyendo validación de códigos y nombres.

6 Gestionar temas y subtemas

Mantenimiento de temas y subtemas

Operaciones CRUD de temas y subtemas asociados a los cursos.

7 Gestionar actividades

Administración de actividades

Creación, edición, consulta y eliminación de actividades académicas.

8 Gestionar problemas

Gestión de problemas de actividad

Creación y asociación de problemas a actividades, de forma manual o asistida.

9 Generar problemas con IA

Generación de problemas con IA

Generación automática de problemas matemáticos mediante el uso de la API de OpenAI. **10** Registrar envío Registro de envíos Recepción y registro de respuestas enviadas por el alumno en formato JSON o archivo.

11 Registrar retroalimentación

Retroalimentación Actualización y mantenimiento de la retroalimentación asociada a cada envío.

12 Asignar docentes Asignación de docentes Registro y mantenimiento de asignaciones docente–curso–sección.

Nota. La tabla presenta los principales casos de uso del sistema, describiendo los procesos funcionales que permiten la gestión académica, la autenticación de usuarios, la administración de actividades y la generación de problemas matemáticos mediante Inteligencia Artificial.

Los procesos descritos se encuentran alineados con los casos de uso definidos en la etapa de análisis y representan la implementación funcional del backend, integrando operaciones transaccionales, validaciones y servicios externos como la inteligencia artificial.

Capítulo V

PRUEBAS DE CALIDAD DE SOFTWARE

Pruebas Unitarias

Figura 59

Pruebas Unitarias

Nota. La tabla presenta la estructura utilizada para el registro de los casos de prueba del

ID Módulo a Probar Casode Uso(CU) Tipo (Actor) Prioridad Escenario Condición yDatosdeEntrada (Precondiciones +Pasos) Resultado Esperado ResultadoReal

CP001 Autenticación Acceder al Sistema Usuario Alta Login exitoso

Pre: Usuarioregistradoy activo. Pasos: 1) Ingresar usuarioy contraseña válidos 2) Clic en Ingresar

Inicia sesión yredirigealpanel principal

Se realizoLogeo con éxito

CP002 Autenticación Acceder al Sistema Usuario Alta Login fallido por credenciales

Pre: Usuarioregistrado.Pasos:1)Ingresar contraseña incorrecta 2) Ingresar

No iniciasesión y muestramensaje de credenciales inválidas

Mostro el mensaje de credencialesinvalidas

CP003 Autenticación Validar Credenciales Usuario Alta Validacióncorrecta

Entrada:username válido + password válida

Devuelve “válido” y genera sesión/token

Devuelve “válido” y genera sesión/token

CP004 Autenticación Validar Credenciales Usuario Alta Validaciónincorrecta

Entrada:username válido + password inválida

Devuelve “inválido”y no genera sesión/token

Devuelve “inválido”y no genera sesión/token

CP005 Autenticación Cambiar Contraseña Usuario Alta Cambio exitoso

Pre: Usuarioautenticado. Pasos: 1) Ingresar contraseñaactual correcta 2) Nueva contraseña válida 3) Confirmar

Contraseña seactualiza y permite login con la nueva

Contraseña se actualizaypermite logincon la nueva

CP006 Autenticación Cambiar Contraseña Usuario Media Error porcontraseñaactual

Pre: Usuarioautenticado. Pasos: 1) Contraseñaactual incorrecta 2) Nueva contraseña

No actualiza y muestra mensaje “contraseña actualincorrecta”

No actualiza y muestra mensaje “contraseña actual incorrecta”

CP007 Usuarios Gestionar Usuario de Sistemas Administrador Alta Listar usuarios

Pre: Admin autenticado.Pasos:1)Entrar a módulo usuarios2)Ver listado

Muestra listadopaginado/filtradode usuarios

Muestra listado paginado/filtrado de usuarios

CP008 Usuarios Gestionar Usuario de Sistemas Administrador Alta Crear usuario válido

Pre: Admin autenticado.Datos:nombres, correo único, rol, estadoactivo

Usuario se registracorrectamentey apareceenlistado

Usuario seregistra correctamente y aparece enlistado

CP009 Usuarios Gestionar Usuario de Sistemas Administrador Alta

Crear usuario concorreo repetido Datos: correo yaregistrado

No registra;muestra validación “correo yaexiste”

No registra; muestra validación “correo ya existe”

CP010 Usuarios Editar usuario Administrador Alta Edicióncorrecta

Pre: Usuarioexistente.Pasos:1) Editar datos permitidos 2) Guardar

Se actualizan losdatosy se registra auditoría (si aplica)

Se actualizan losdatos y se registraauditoría (si aplica)

CP011 Usuarios Actualizardatos Administrador Alta Actualización parcial

Pre: Usuarioexistente.Datos:solo cambia teléfono/dirección(ejemplo)

Actualiza solo campos enviados, mantiene losdemás

Actualiza solo campos enviados,mantiene losdemás

CP012 Usuarios Desactivar Temporalmente Administrador Alta Desactivación de cuenta

Pre: Usuarioactivo. Pasos: 1) Seleccionar usuario 2)Desactivar

Usuario queda inactivo y nopuede iniciar sesión

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP013 Usuarios Desactivar Temporalmente Administrador Media

Intentodelogin con usuario desactivado

Pre: Usuarioinactivo.Pasos:logincon credenciales válidas

Se bloquea acceso y muestra mensaje “usuario desactivado”

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP014 Asignaciones Asignar Docente Seccion Administrador Alta Asignación exitosa

Pre: Docenteysección existen.Pasos:1) Elegir docente2)Elegir sección 3)Guardar

Se registra asignaciónyse reflejaen consultasdel docente

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP015 Asignaciones Asignar Docente Seccion Administrador Media Asignación duplicada Pre: Docenteya asignadoaesa sección

No duplica; muestraalerta o evita guardar

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP016 Asignaciones Asignar Docente Seccion Administrador Media Asignación consección inválida Datos: sección inexistente

No guarda;muestra error de validación

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP017 Roles GestiónRoles Administrador Alta Editarpermisos de rol

Pre: rol existente. Pasos: 1) Cambiar permisos2) Guardar

Permisos se actualizan y aplican a usuarios del rol

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP018 Roles GestiónRoles Administrador Media Eliminarrol en uso Pre: rol asignadoausuarios

Intento de eliminar:el sistema bloquea o solicitareasignaciónprevia

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP019 Reportes Generar Reportes Administrador Alta Reportegeneral

Pre: existen datos. Pasos: 1) Elegir tipo reporte2) Generar

Genera reporte con datoscorrectos según filtros

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP020 Reportes Consultar progreso porestudiante Docente Alta Consultaválida

Pre: docente conestudiantes. Pasos:1) Seleccionarestudiante2) Consultar

Muestra progreso(puntajes,intentos, temas, fechas)

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP021 Reportes Consultar progreso porestudiante Docente Media Estudiante sinregistros Pre: estudiante sin prácticasrealizadas Muestra “sin registros” sinfallar

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar

CP022 Reportes ExportarReporte Administrador Media Exportaciónexitosa

Pre: reportegenerado.Pasos:1) Exportar (PDF/Excel)

Se descarga/producearchivo con el mismo contenido del reporte

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP023 Reportes ExportarReporte Administrador Baja Exportaciónsin datos Pre: reportevacío

Exporta plantillao muestraaviso “no hay datos para exportar”

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP024 IA Ejercicios Resolver Ejercicios con IA Estudiante Alta Resolverejercicio texto

Pre: ejercicio disponible. Pasos: 1)Abrir ejercicio 2) Enviar respuestaentexto

Registra respuesta, califica y da retroalimentación

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP025 IA Ejercicios Responderejerciciotexto Estudiante Alta Respuestacorrecta Entrada:respuesta correcta

Marca correcto,suma puntaje y muestra explicación

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP026 IA Ejercicios Responderejerciciotexto Estudiante Alta Respuestaincorrecta Entrada:respuesta incorrecta

Marca incorrecto, muestra retroalimentación/soluciónparcial

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP027 IA Ejercicios Responderejerciciocon foto Estudiante Media Foto válida

Pre: cámara/archivo permitido.Entrada: imagen legible del procedimiento

Extrae/analiza y devuelve evaluación o feedback

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP028 IA Ejercicios Responderejerciciocon foto Estudiante Media Foto inválida/nolegible Entrada:imagen borrosao vacía

Solicita reenviaro muestra"imagen nolegible"sin romperflujo

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP029 IA Ejercicios Solicitar Pista a la IA Estudiante Alta Pedir pista Pre: ejercicio abierto. Pasos: 1) Clic"Pista"

Devuelve pista contextualsin dar la respuesta completa (según regla)

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP030 IA Ejercicios Solicitar Pista a la IA Estudiante Media Límite de pistas

Pre: límite configurado.Pasos:pedir pista hastaexceder

Al exceder: bloqueao advierte"límite alcanzado"

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP031 PrácticaAdaptativa Realizar práctica adaptativa Estudiante Alta Inicio práctica

Pre: estudiante activo. Pasos: 1) Iniciar práctica 2) Sistema seleccionanivel inicial

Genera setdeejercicios según nivel/diagnóstico

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP032 PrácticaAdaptativa Realizar práctica adaptativa Estudiante Alta Ajuste de dificultad

Pre: práctica en curso. Condición: estudiante responde bieno mal

Aumentaoreducedificultadde manera automáticaycoherente

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP033 PrácticaAdaptativa Realizar práctica adaptativa Estudiante Media Finalizar práctica Pre: terminó set.Pasos:finalizar

Guardaresultados, puntaje y recomendacionesderefuerzo

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP034 Seguimiento Monitorearprogresoestudiante Docente Alta Monitoreo normal

Pre: docente asignado a sección. Pasos: 1) Elegir sección2)Ver progreso

Muestra dashboard/resumendel avance porestudiante

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP035 Seguimiento Monitorearprogresoestudiante Docente Media Docente sinsección asignada Pre: docente sin asignaciones

Restringe o muestramensaje“no tiene secciónasignada”

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP036 Corrección Visualizar correccionesautomáticas Docente Alta Vercorrección

Pre: existen respuestas corregidas. Pasos: abrircorrecciones

Muestra respuestas, puntuacióny retroalimentación de la IA

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP037 Corrección Visualizar correccionesautomáticas Docente Media Corrección inexistente Pre: no hay correcciones Indica “sin correcciones”sin error

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP038 GeneraciónIA Generar ejercicios conIA Docente Alta Generación con parámetros

Pre: docente autenticado.Datos:tema, nivel, cantidad

Genera ejercicios válidos y coherentes con el temaynivel

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP039 GeneraciónIA Generar ejercicios conIA Docente Media Parámetros incompletos Datos: faltatema o nivel

No genera y solicita completar parámetros obligatorios

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP040 GeneraciónIA Revisar ejercicios generados Docente Alta Revisión y aprobación

Pre: ejercicios generados.Pasos:1) Revisar 2) Aprobar/Publicar

Quedanaprobados y disponibles para estudiantes/actividad

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

CP041 GeneraciónIA Revisar ejercicios generados Docente Media Ediciónantes de publicar

Pre: ejercicios generados.Pasos:editar enunciado/solución

Guardacambios y versiónfinal queda publicada correctamente

Usuario queda inactivo y nopuedeiniciar sesión

sistema, detallando el módulo evaluado, el caso de uso asociado, el tipo de actor, la prioridad, el escenario de prueba, las condiciones y datos de entrada, así como los resultados esperados y obtenidos, permitiendo validar el correcto funcionamiento de los procesos transaccionales del sistema.

La tabla de pruebas unitarias presenta el conjunto de pruebas diseñadas para verificar el correcto funcionamiento de los componentes y funcionalidades del sistema web de manera individual. Cada prueba unitaria permite validar que los módulos implementados cumplan con los requisitos establecidos, identificando de forma temprana posibles errores durante el desarrollo. Estas pruebas se ejecutan de manera iterativa a lo largo de las fases del proyecto, especialmente durante la fase de construcción definida por el Agile Unified Process (AUP), y se integran a las iteraciones gestionadas mediante Scrum. La aplicación sistemática de pruebas unitarias contribuye a mejorar la calidad del software, facilitar el mantenimiento del sistema y reducir riesgos antes de la integración de los distintos módulos, asegurando que cada incremento funcional entregado cumpla con los estándares de calidad requeridos por CEPUNI Escolar.

Pruebas Integrales

Las pruebas integrales se realizaron con el propósito de verificar el correcto funcionamiento del sistema web en su conjunto, evaluando la interacción entre los diferentes módulos y componentes implementados. A través de estas pruebas se comprobó que los procesos de autenticación, gestión de usuarios, generación y corrección de ejercicios matemáticos, práctica adaptativa, reportes y seguridad operan de manera coherente e integrada, cumpliendo con los requisitos funcionales establecidos. Asimismo, las pruebas permitieron validar la estabilidad del sistema, la correcta comunicación entre el frontend, el backend, la base de datos y los servicios de Inteligencia Artificial, garantizando un desempeño adecuado en condiciones reales de uso. Los resultados obtenidos evidencian que el sistema responde de forma eficiente y confiable, confirmando su aptitud para ser utilizado en el entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

Figura 60 *Pruebas Integrales*

Nota. La tabla presenta la identificación inicial de los casos de prueba del sistema, especificando el

número de caso, el componente evaluado, la descripción de la funcionalidad a probar y los prerrequisitos necesarios para su ejecución, sirviendo como base para el desarrollo posterior de las pruebas unitarias e integrales.

Número del Caso de Prueba	**Componente**	**Descripción de lo que se Probará**	**Prerrequisitos**
IIC01	Autenticación y Seguridad	Integración completa del inicio de sesión: validación de credenciales, creación de token JWT y redirección por rol	Usuarios registrados por rol, credenciales válidas, roles y permisos configurados, conexión a base de datos activa.
IIC02	Autenticación y Seguridad	Integración del control de acceso: usuario con rol no autorizado intenta acceder a módulo restringido.	Usuario autenticado con rol sin permisos, endpoints protegidos activos, conexión a base de datos activa.
IIC03	Gestión de Usuarios	Administrador registra usuario, asignar rol y verificar acceso del nuevo usuario al sistema.	Administrador autenticado, rol definido, correo no existente, conexión a base de datos activa.
IIC04	Gestión de Usuarios	Integración del flujo de edición de usuario: actualización de datos (nombres, correo, rol/estado) y validaciones.	Administrador autenticado, usuario existente, reglas de validación activas, conexión a base de datos activa.
IIC05	Gestión de Usuarios	Integración del flujo de desactivación temporal: administrador desactiva usuario y se valida bloqueo total de acceso.	Administrador autenticado, usuario activo existente, conexión a base de datos activa.
IIC06	Gestión de Roles	Integración de administración de roles: asignacion de rol con permisos y aplicación efectiva en módulos.	Administrador autenticado, módulo roles activo, usuarios para asignación de roles, conexión a base de datos activa.
IIC07	Asignaciones	Integración de asignación Docente–Sección: registrar asignación y validar que el docente visualiza únicamente su sección y estudiantes asignados.	Administrador autenticado, docente y sección existentes, estudiantes vinculados a sección, conexión a base de datos
IIC08	IA - Generación de Ejercicios	Integración del flujo Docente: generar ejercicios con IA (parámetros tema/nivel/cantidad), guardar y dejar disponibles para revisión.	Docente autenticado, servicio IA disponible (API/endpoint), parámetros válidos, conexión a base de datos activa.
IIC09	IA - Revisión/Publicación	Integración del flujo Docente: revisar ejercicios generados (editar/probar/rechazar) y validar disponibilidad para el	

estudiante.

Docente autenticado, ejercicios generados existentes, actividad/práctica configurada, conexión a base de datos

IIC10 IA - Resolución por Texto

Integración del flujo Estudiante: resolver ejercicio por texto, corrección automática por IA, registro de intento, puntaje y retroalimentación

Estudiante autenticado, ejercicio publicado disponible, servicio IA activo, conexión a base de datos activa.

IIC11 IA - Resolución por Foto

Integración del flujo Estudiante: enviar respuesta con foto (validación de formato/tamaño) y corrección mediante IA.

Estudiante autenticado, ejercicio publicado, almacenamiento habilitado (ruta/servicio), servicio IA

IIC12 IA - Pistas

Integración del flujo Estudiante: generar pistas con IA, control de número de pistas y registro de uso.

Estudiante autenticado, ejercicio activo, reglas de límite configuradas, servicio IA activo, conexión a base de datos

IIC13 Práctica Adaptativa

Integración completa de práctica adaptativa: inicio, selección de ejercicios, ajuste automático de dificultad según desempeño y guardado

Estudiante autenticado, banco de preguntas IA disponible, reglas adaptativas configuradas, conexión a base de datos

IIC14 Seguimiento Académico

Integración del flujo Docente: visualizar indicadores consolidados (intentos, aciertos, puntajes, tiempos).

Docente autenticado, docentes asignados a sección, estudiante con registros de práctica/actividad, conexión a

IIC15 Correcciones Automáticas

Integración del flujo de correcciones automáticas generadas por IA (detalle de respuesta, puntaje, retroalimentación y estado).

Docente autenticado, respuestas evaluadas existentes, permisos de visualización configurados, conexión a base de

IIC16 Reportes

Integración del flujo de reportes: generar reporte por filtros (sección/curso/fecha) y validación de consistencia con datos.

Administrador o Docente autenticado, registros existentes, filtros disponibles, conexión a base de datos activa.

IIC17 Reportes

Integración de exportación: exportar reporte (PDF/Excel) verificando que el contenido exportado coincide con lo mostrado en pantalla.

Reporte previamente generado, motor de exportación activo, permisos habilitados, conexión a base de datos

IIC18 Resiliencia del Servicio IA

Integración en falla: IA simular caída/timeout del servicio durante generación/corrección y validar manejo de error y continuidad.

Ambiente de pruebas con IA simulada (timeout/500), logs activos, conexión a base de datos activa.

IIC19 Concurrencia

Integración de concurrencia: dos estudiantes responden el mismo ejercicio simultáneamente y se valida registro independiente y correcto.

Dos estudiantes autenticados, ejercicio publicado, servicio IA activo, conexión a base de datos activa.

IIC20 Seguridad - Endpoint protegido

Integración de seguridad: intento de acceso directo por URL/API a endpoint de administración sin token o con token inválido.

Endpoints protegidos activos, usuario sin token o token inválido, conexión a base de datos activa.

Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El desarrollo del **Sistema Web para mejorar la experiencia del aprendizaje matemático en CEPUNI Escolar** permitió optimizar los procesos de corrección, retroalimentación y seguimiento académico en entornos virtuales, reduciendo significativamente la carga operativa del docente y mejorando la oportunidad de respuesta para los estudiantes.

2. La integración de **Inteligencia Artificial** en la generación y corrección de problemas matemáticos demostró ser una solución eficaz para brindar retroalimentación inmediata y personalizada, favoreciendo el aprendizaje autónomo y el refuerzo oportuno de los contenidos en el área de Matemática.

3. La arquitectura implementada, basada en una aplicación SPA con React y un backend desarrollado con Spring Boot, garantizó una adecuada separación de responsabilidades, seguridad en el acceso mediante JWT y una correcta gestión de la información académica almacenada en la base de datos MySQL.

4. La aplicación de un enfoque metodológico ágil, combinando el Agile Unified Process (AUP) con Scrum, permitió organizar el desarrollo del sistema de manera estructurada y flexible, facilitando la entrega progresiva de funcionalidades y la validación continua de los

requerimientos.

5. Los resultados obtenidos en las pruebas funcionales, unitarias e integrales evidencian que el sistema es técnicamente viable, operativamente funcional y escalable, cumpliendo con los objetivos planteados y aportando valor al entorno educativo virtual de CEPUNI Escolar.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar el sistema a otras áreas académicas además de Matemática, aprovechando la arquitectura modular y la capacidad de integración de la Inteligencia Artificial para fortalecer el aprendizaje en distintas asignaturas.

2. Es conveniente implementar futuras mejoras en el módulo de práctica adaptativa, incorporando métricas más avanzadas de desempeño y análisis histórico del progreso del estudiante.

3. Se sugiere realizar capacitaciones periódicas a docentes y personal administrativo para asegurar un uso óptimo del sistema y fomentar la adopción de las herramientas tecnológicas implementadas.

4. Se recomienda reforzar los mecanismos de monitoreo y auditoría del sistema, especialmente en los procesos relacionados con la Inteligencia Artificial, con el fin de garantizar la trazabilidad, seguridad y uso ético de la información académica.

5. Finalmente, se propone evaluar la integración del sistema con otras plataformas educativas institucionales en fases futuras, con el objetivo de consolidar un entorno digital educativo más completo e integrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS (Referencias según APA)

Object Management Group. (2023). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0.2.* https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2

ProductSchool. (2025, 29 de enero). *MoSCoW prioritization: How to use it in product management.* ProductSchool Blog. Recuperado de https://productschool.com/blog/product-strategy/moscow-prioritization

Economipedia. (2024). *Diagrama de Pareto.* https://economipedia.com/definiciones/diagrama-de-pareto.html.

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico* (9.ª ed.). McGraw-Hill Education.

IEBS Business School. (2022). *El árbol de problemas: qué es y cómo elaborarlo.* https://www.iebschool.com/blog/arbol-

de-problemas-project-management/

Baca Urbina, G. (2021). *Evaluación de proyectos* (9.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Kerzner, H. (2022). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (13th ed.).

IEEE Computer Society. (2023). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK v4.0).*

Proyectos Ágiles. (s. f.). *Desarrollo iterativo e incremental en metodologías ágiles.* https://proyectosagiles.org/desarrollo-iterativo-incremental/

Girón Sevillano, Á. (2021). *Scrum: Gestión ágil de proyectos.* Editorial RA-MA.

David, F. R., David, F. R., & David, M. E. (2023). *Dirección estratégica: Conceptos y casos* (17.ª ed.). Pearson Educación.

Project Management Institute. (2021). *Disciplined Agile® Toolkit.* PMI. https://www.pmi.org/disciplined-agile

MDN Web Docs. (2023). *Aplicaciones de una sola página (SPA).* https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/SPA.

OpenAI API Reference. (2025). *Introducción a la API de OpenAI.* OpenAI. https://platform.openai.com/docs/api-reference/introduction

Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (7.ª ed.). PMI.

Atlassian. (2023). *Planning Poker.https://www.atlassian.com/es/agile/project-management/planning-poker.*

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2023). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game.* Scrum.org. https://www.scrumguides.org

Glosario de Términos

Agile Unified Process (AUP):

Metodología de desarrollo de software ágil derivada del Rational Unified Process, que combina una estructura disciplinada por fases con prácticas ágiles, permitiendo la entrega incremental de valor y la adaptación continua a los cambios del proyecto.

API (Application Programming Interface):

Conjunto de reglas y protocolos que permiten la comunicación e integración entre diferentes aplicaciones o servicios, facilitando el intercambio de datos y funcionalidades entre el sistema web y servicios externos como la Inteligencia Artificial.

Arquitectura por Capas:

Modelo de diseño de software que organiza el sistema en niveles independientes (presentación, lógica de negocio y datos), permitiendo una mejor mantenibilidad, escalabilidad y separación de responsabilidades.

Back-End:

Parte del sistema web encargada de procesar la lógica de negocio, gestionar la seguridad, interactuar con la base de datos y coordinar la comunicación con servicios externos como la Inteligencia Artificial.

Base de Datos MySQL:

Sistema de gestión de bases de datos relacional utilizado para almacenar de forma estructurada la información del sistema, como usuarios, cursos, ejercicios, resultados y reportes académicos.

BPMN (Business Process Model and Notation):

Notación gráfica estandarizada utilizada para modelar procesos de negocio de manera clara y comprensible, facilitando el análisis, diseño y comunicación de los flujos de trabajo institucionales.

Corrección Automática:

Proceso mediante el cual el sistema evalúa de forma inmediata las respuestas del estudiante utilizando algoritmos y modelos de Inteligencia Artificial, reduciendo la carga manual del docente.

Currículo Nacional de Educación Básica (CNEB):

Documento normativo del sistema educativo peruano que orienta el desarrollo de competencias, capacidades y aprendizajes esperados en los niveles de educación básica.

Feedback o Retroalimentación:

Información brindada al estudiante sobre su desempeño académico, la cual permite identificar errores, reforzar aprendizajes y mejorar el proceso educativo de manera oportuna.

Front-End:

Capa de presentación del sistema web, desarrollada como una aplicación de página única (SPA), que permite la interacción directa del usuario con la plataforma mediante una interfaz gráfica intuitiva.

Inteligencia Artificial (IA):

Conjunto de técnicas y modelos computacionales que permiten al sistema simular capacidades humanas como el razonamiento, la generación de contenido y la toma de decisiones, aplicadas en el proyecto para generar y corregir ejercicios matemáticos.

Iteración:

Ciclo corto de desarrollo dentro de una metodología ágil, en el cual se planifican, implementan, prueban y validan funcionalidades específicas del sistema.

JWT (JSON Web Token):

Mecanismo de autenticación y autorización que permite validar de forma segura la identidad de los usuarios y controlar el acceso a los recursos del sistema web.

Mapa de Procesos:

Representación gráfica que organiza y clasifica los procesos de una institución en estratégicos, operativos y de apoyo, permitiendo comprender su funcionamiento general y detectar oportunidades de mejora.

Metodología Ágil:

Enfoque de desarrollo de software caracterizado por la flexibilidad, la colaboración continua y la entrega progresiva de funcionalidades, priorizando la adaptación al cambio y la satisfacción del usuario.

Práctica Adaptativa:

Estrategia de aprendizaje en la cual el sistema ajusta el nivel de dificultad de los ejercicios matemáticos según el desempeño del estudiante, promoviendo un aprendizaje personalizado.

Scrum:

Marco de trabajo ágil utilizado para gestionar proyectos mediante iteraciones cortas llamadas sprints, promoviendo la colaboración del equipo, la transparencia y la mejora continua.

Sistema Web:

Aplicación informática accesible a través de un navegador web que permite a docentes y estudiantes interactuar con los módulos educativos del sistema sin necesidad de instalaciones locales.

SPA (Single Page Application):

Tipo de aplicación web que carga una sola página y actualiza dinámicamente su contenido, mejorando la experiencia del usuario al evitar recargas completas.

Sprint:

Periodo de tiempo definido dentro de Scrum en el cual se desarrolla un conjunto de funcionalidades priorizadas, generando un incremento funcional del sistema.

TIR (Tasa Interna de Retorno):

Indicador financiero que representa la rentabilidad de un proyecto, expresada como la tasa de descuento que iguala los ingresos y egresos futuros.

VAN (Valor Actual Neto):

Indicador económico que permite evaluar la viabilidad financiera de un proyecto al actualizar los flujos de caja futuros a una tasa de descuento determinada.

ANEXOS

Anexo 1: Manual de Usuario

DOCENTE

Anexo 2: Atributos de Caso de uso

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Postcondiciones

CU-02: Validar Credenciales

- Se reciben datos de autenticación (usuario y contraseña).

E1: Fallo BD

- Resultado de autenticación registrado (éxito/fallo).

1. Retorna mensaje genérico: 'Credenciales incorrectas'.

Usuario

Se autentica al usuario y se retorna OK con datos mínimos (rol/estado).

1. Retorna estado bloqueado.

A2: Contraseña incorrecta

4. Verifica estado de cuenta (activa/bloqueada/desactivada).

1. Retorna error técnico y registra el evento.

1. Incrementa contador de intentos.

1. El sistema recibe usuario y contraseña.

Validar Credenciales

A3: Cuenta bloqueada

2. Retorna mensaje genérico.

A1: Usuario no existe

3. Verifica hash de contraseña.

Sistema

2. Busca al usuario en la base de datos.

Invocado por CU-01 al intentar iniciar sesión.

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Verificar identidad del usuario mediante credenciales y estado de cuenta.

Se rechaza autenticación y se retorna error.

5. Retorna resultado (OK/Error) al caso de uso invocador.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Postcondiciones

CU-03: Cambiar Contraseña

- Usuario autenticado (o flujo de recuperación autorizado).

1. El sistema informa y registra el incidente.

- Contraseña actualizada. - Registro de auditoría (si aplica).

1. El sistema muestra requisitos y solicita nueva contraseña.

1. El usuario ingresa contraseña actual.

Cambiar Contraseña

1. El sistema solicita corregir la confirmación.

3. El sistema valida políticas de contraseña.

Usuario (Estudiante/Docente/Administrador)

2. Ingresa nueva contraseña y confirmación.

El usuario selecciona 'Cambiar contraseña'.

1. El sistema informa el error y permite reintentar.

Sistema

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones E1: Error al guardar

A3: Confirmación no coincide

A1: Contraseña actual incorrecta

4. El sistema actualiza la contraseña (hash) y registra auditoría.

Contraseña actualizada correctamente.

A2: Nueva contraseña no cumple políticas

Actualizar la contraseña de acceso del usuario.

No se actualiza la contraseña y se informa el motivo.

5. El sistema notifica éxito (y opcionalmente cierra sesión).

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Postcondiciones

CU-04: Gestionar Usuario de Sistemas

- Administrador autenticado con permisos. - Existe acceso a módulo de usuarios.

Gestionar Usuario de Sistemas

E1: Error de persistencia

3. El sistema muestra formulario.

Administrador

2. Selecciona acción: crear/editar/actualizar datos.

Administrador ingresa al módulo de usuarios.

1. El sistema marca campos y no guarda.

Sistema

Usuario(s) creados/actualizados; auditoría registrada.

A2: Usuario duplicado

4. El administrador guarda.

Administrar cuentas de usuario (alta/edición/estado) dentro del sistema.

- Cambios en usuarios disponibles en el sistema. - Auditoría actualizada (si aplica).

Incluye CU-05 y CU-06; puede extender CU-07

A1: Datos inválidos

1. El sistema informa duplicidad (correo) y no guarda.

1. El administrador lista o busca usuarios.

1. El sistema informa y registra el incidente.

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

No se guardan cambios; se informa el error.

5. El sistema valida, persiste y registra auditoría.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados: Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Postcondiciones

CU-05: Editar usuario

- Administrador autenticado. - Usuario existente.

Editar usuario

E1: Error BD

3. El admin modifica campos permitidos.

Administrador

2. El sistema muestra datos actuales.

Administrador selecciona 'Editar' en un usuario.

1. El sistema muestra errores y no guarda.

Sistema

Datos del usuario actualizados.

A2: Conflicto de concurrencia

4. Guarda cambios.

Modificar información del usuario (roles/estado/datos permitidos).

- Usuario actualizado; auditoría registrada (si aplica).

A1: Validación falla

1. El sistema solicita recargar la información.

1. El admin selecciona un usuario.

1. El sistema informa y registra el incidente.

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

No se actualizan datos.

5. El sistema valida y actualiza.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados: Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-06: Actualizar datos

- Administrador autenticado. - Usuario existente.

Actualizar datos

3. Guarda.

Administrador

Actualizar datos de perfil del usuario (nombres, contacto, etc.).

Administrador selecciona 'Actualizar datos'.

Sistema

Perfil actualizado correctamente.

4. El sistema valida y persiste.

No se actualiza perfil.

- Perfil del usuario actualizado.

1. El sistema muestra error de formato.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El admin abre perfil del usuario.

E1: Error BD

A1: Formato inválido

2. Edita datos.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados: Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-07: Desactivar Temporalmente

- Administrador autenticado. - Usuario existente y activo.

Desactivar Temporalmente

3. El admin confirma.

Administrador

Deshabilitar temporalmente el acceso de un usuario al sistema.

Administrador selecciona 'Desactivar temporalmente'.

Sistema

Usuario queda desactivado y no puede iniciar sesión.

4. El sistema cambia estado y registra auditoría.

No se desactiva al usuario.

- Usuario desactivado; registro de auditoría (si aplica).

1. No se realizan cambios.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El admin selecciona usuario.

E1: Error al actualizar

A1: Cancelación

2. El sistema solicita confirmación (y motivo opcional).

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-08: Asignar Docente Seccion

- Administrador autenticado. - Existen docentes y secciones registradas.

Asignar Docente Seccion

- Asignación disponible para uso del docente.

3. Define periodo (si aplica).

Administrador

2. Selecciona docente.

Administrador ingresa al módulo de asignaciones.

1. El sistema informa que ya existe asignación en el mismo periodo.

Docente, Sistema

Asignación registrada; docente ve su sección.

4. Guarda.

Asignar un docente responsable a una sección/curso.

No se registra la asignación.

5. El sistema valida reglas y registra la asignación.

1. El sistema informa y registra el incidente.

A1: Duplicidad de asignación

E1: Error al guardar

1. El admin selecciona sección/curso.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados: Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-09: Gestion de Roles

- Administrador autenticado. - Política de roles definida.

Gestion de Roles

E1: Error BD

3. (Opcional) Asigna rol a usuarios.

Administrador

2. Crea/edita rol y define permisos.

Administrador entra al módulo de roles.

1. El sistema informa duplicidad y no guarda.

Sistema

Roles/permisos actualizados.

A2: Rol en uso

4. Guarda.

Crear/editar roles y permisos y asignarlos a usuarios.

No se actualizan roles.

5. El sistema valida y persiste.

- Roles/permisos vigentes para control de acceso.

A1: Rol duplicado

1. El sistema impide eliminar/modificar elementos críticos.

1. El admin visualiza lista de roles.

1. El sistema informa y registra el incidente.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-10: Generar Reportes

- Actor autenticado. - Existen datos de prácticas/ejercicios.

Generar Reportes

- Reporte disponible para exportación o consulta.

3. El sistema consulta datos (incluye CU-12 cuando aplique).

Docente / Administrador

2. Define filtros (sección, fechas,estudiante).

Actor selecciona 'Reportes'.

1. El sistema muestra reporte vacío con aviso.

Sistema

Reporte generado y visible en pantalla.

4. El sistema calcula métricas.

Generar reportes de rendimiento, progreso y actividad.

No se genera reporte.

5. El sistema muestra el reporte.

Incluye CU-12; puede extender CU-11

1. El sistema informa y registra el incidente.

A1: Sin datos

E1: Error al consultar

1. El actor elige tipo de reporte.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-11: Exportar Reporte

- Existe un reporte generado (CU-10).

- Archivo generado; exportación registrada.

1. El actor elige formato.

Exportar Reporte

3. El sistema entrega/descarga el archivo y registra la exportación.

Docente / Administrador

1. El sistema informa y no exporta.

2. El sistema genera el archivo.

Actor selecciona 'Exportar'.

E1: Error al generar

Sistema

Archivo exportado y disponible.

1. El sistema informa y registra el incidente.

Exportar un reporte a PDF/Excel/CSV.

No se exporta el archivo.

A1: Formato no disponible

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-12: Consultar progreso por estudiante

- Actor autenticado. - Estudiante existe. - Permisos sobre la sección.

Consultar progreso por estudiante

2 3. Calcula indicadores (aciertos, tiempo, nivel, avance).

Docente / Administrador

Consultar métricas e historial de progreso de un estudiante.

Actor selecciona un estudiante.

Sistema

Se muestra historial y métricas del estudiante.

4. Muestra detalle por tema y periodo.

No se muestra información.

- Progreso consultado; (opcional) registro de consulta.

1. El sistema muestra información vacía con aviso.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El actor selecciona estudiante.

E1: Error consulta

A1: Estudiante sin registros

2. El sistema recupera historial de ejercicios y prácticas.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-13: Monitorear progreso estudiante

- Docente autenticado. - Docente asignado a una sección (CU-08).

Monitorear progreso estudiante

3. El docente selecciona estudiante (CU-12).

Docente

Monitorear el avance de estudiantes de una sección.

Incluye CU-12

Docente abre módulo de monitoreo.

Sistema

Indicadores visualizados.

4. El sistema actualiza métricas.

No se muestran indicadores.

- Monitoreo realizado; (opcional) observaciones guardadas.

1. El sistema muestra aviso.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El docente selecciona sección.

E1: Error de carga

A1: Sin estudiantes

2. El sistema lista estudiantes e indicadores.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-14: Visualizar correcciones automaticas

- Existen ejercicios resueltos con corrección automática.

Visualizar correcciones automaticas

3. El docente revisa puntaje y comentarios.

Docente

Revisar correcciones y retroalimentación automática de ejercicios.

Docente abre módulo de correcciones.

Sistema

Correcciones visualizadas.

4. (Opcional) Registra observación.

No se visualizan correcciones.

- Correcciones revisadas; trazabilidad registrada (si aplica).

1. El sistema indica estado 'pendiente'.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El docente selecciona actividad/estudiante.

E1: Error de carga

A1: Corrección no disponible

2. El sistema muestra respuesta y corrección automática.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-15: Generar ejercicios con IA

- Docente autenticado. - Servicio IA operativo.

Generar ejercicios con IA

E1: Falla IA/timeout

3. El sistema envía parámetros al motor IA.

Docente

2. Define cantidad y tipo de respuesta.

Docente selecciona 'Generar ejercicios con IA'.

1. El sistema marca para regeneración o edición.

Sistema / Motor IA

Ejercicios generados y guardados para revisión.

A2: Límite de uso

4. La IA retorna ejercicios con solución y criterios.

Generar ejercicios automáticamente según tema y dificultad.

No se generan ejercicios.

5. El sistema guarda y muestra para revisión.

Ejercicios disponibles en lista de revisión.

Puede extender CU-16

A1: Respuesta incompleta

1. El sistema informa límite excedido.

1. El docente elige curso, tema/subtema y dificultad.

1. El sistema informa y permite reintentar.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados: Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones - Estado final del ejercicio registrado.

2. El sistema vuelve a CU-15 con parámetros.

4. Aprueba o descarta.

CU-16: Revisar ejercicios generados

- Existen ejercicios generados (CU-15).

Revisar ejercicios generados

1. El sistema informa y registra el incidente.

3. Edita si es necesario.

Docente

2. Revisa enunciado, solución y pasos.

Docente abre listado de ejercicios generados.

1. El docente solicita regenerar.

Sistema

Ejercicios aprobados/publicados o descartados.

Validar, editar ejercicios generados por IA.

No se cambia el estado del ejercicio.

5. El sistema registra estado final.

E1: Error al guardar

A1: Regenerar

1. El docente selecciona un ejercicio.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-17: Realizar practica adaptativa

- Estudiante autenticado. - Adaptatividad habilitada.

- Resultados almacenados; nivel recalculado.

Realizar practica adaptativa

3. Presenta ejercicio.

Estudiante

6. Muestra resumen y guarda la sesión.

2. El sistema determina nivel inicial (historial/diagnóstico).

Estudiante selecciona 'Práctica adaptativa'.

Sistema / Motor IA

Sesión de práctica registrada; perfil actualizado.

4. El estudiante responde.

Permitir práctica con ejercicios ajustados al nivel del estudiante.

No se registra la sesión o se cancela.

5. El sistema corrige y ajusta dificultad.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El sistema usa banco estático.

A2: IA no disponible

1. El estudiante elige curso/tema (o el sistema lo propone).

E1: Error al guardar sesión

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-18: Resolver Ejercicios con Foto

- Estudiante autenticado. - Ejercicio disponible y abierto.

Resolver Ejercicios con foto

E1: Error de envío

3. Envía respuesta.

Estudiante

2. El estudiante escribe respuesta enimagen.

Estudiante abre un ejercicio/actividad.

1. El sistema solicita corregir sintaxis.

Sistema

Respuesta registrada y corregida.

A2: Responder en otro formato

4. El sistema valida formato y guarda.

Resolver ejercicios usando entrada imagen

Respuesta no registrada.

5. El sistema corrige y muestra retroalimentación.

- Intento registrado; retroalimentación disponible.

Incluye CU-19

A1: LaTeX inválido

1. El estudiante elige responder en texto (CU-19) o foto (CU-20).

1. El sistema muestra el ejercicio.

1. El sistema informa y permite reintentar.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-19: Responder ejercicio texto

- Ejercicio abierto para respuesta.

Responder ejercicio texto

3. El sistema guarda y corrige.

Estudiante

Enviar respuesta de un ejercicio en texto plano.

Estudiante selecciona modo 'Texto'.

Sistema

Respuesta guardada y corregida.

4. Muestra resultado.

Respuesta no guardada.

- Respuesta almacenada.

1. El sistema solicita completar la respuesta.

1. El sistema informa y registra el incidente.

1. El estudiante escribe respuesta.

E1: Error de guardado

A1: Campo vacío

2. Envía.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones

CU-20: Responder ejercicio con foto

- Ejercicio abierto. - Cámara/archivo disponible.

Responder ejercicio con foto

- Respuesta en foto registrada.

3. El sistema valida formato/tamaño.

Estudiante

2. Confirma envío.

Estudiante selecciona modo 'Foto'.

1. El sistema solicita reenviar.

Sistema

Imagen almacenada; corrección automática o pendiente.

4. Guarda imagen y registra intento.

Enviar una foto de la resolución como respuesta.

Imagen no almacenada.

5. Aplica corrección (OCR/IA) o marca pendiente.

1. El sistema informa y permite reintentar.

A1: Imagen inválida/borrosa

E1: Error de carga

1. El estudiante toma o adjunta foto.

Caso de uso:

Requerimientos relacionados:

Objetivo en contexto:

Precondiciones:

Final exitoso:

Final fallido:

Actores principales:

Actores secundarios:

Evento de inicio:

Flujo principal

Flujos alternos / Extensiones

Excepciones

Postcondiciones - Uso de pista registrado; (opcional) ajuste de puntaje.

4. El sistema muestra la pista y registra el evento.

CU-21: Solicitar Pista a la IA

- Ejercicio en curso. - IA disponible o banco de pistas. - No exceder límite de pistas.

Solicitar Pista a la IA

1. El sistema informa y permite reintentar.

3. La IA genera la pista.

Estudiante

A1: Límite alcanzado

2. El sistema envía contexto al motor IA.

Estudiante hace clic en 'Pedir pista'.

Sistema / Motor IA

Pista mostrada y registrada.

Obtener una pista guiada para resolver un ejercicio.

No se muestra pista.

E1: Error IA/timeout

1. El sistema informa que no hay más pistas.

1. El estudiante solicita pista.

Anexo 3: CODIFICACIÓN

ACTIVIDAD CONTROLLER - BACKEND

PROBLEMA CONRTOLLER - BACKEND

PISTA IA CONTROLLER - BACKEND

ANEXO DIAGRAMA TO BE