



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE SOFTWARE

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniero de Software.

Proyecto de Investigación:

**“CREACIÓN DE UN SISTEMA WEB CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL
GENERATIVA PARA LA CREACIÓN DE ORGANIZADOR GRÁFICO,
EVALUACIONES PERSONALIZADAS Y RECOMENDACIONES DE RECURSOS
EDUCATIVOS”**

Autor:

LISTER LEONARDO MERA CARBO

Director de Proyecto de Investigación:

ING. NANCY MAGALI RODRIGUEZ GAVILANES

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2024



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **LISTER LEONARDO MERA CARBO**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

LISTER LEONARDO MERA CARBO
C.I: 0941620429



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

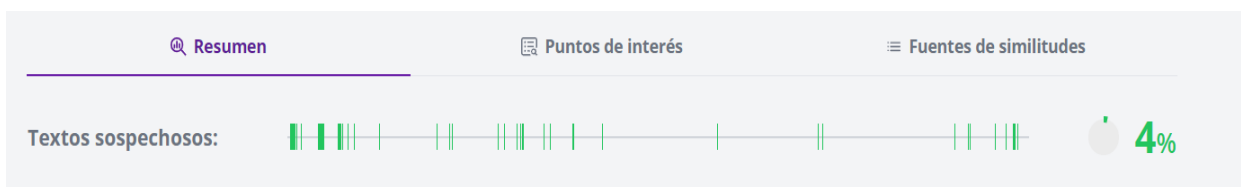
La suscrita, **Ing. Nancy Rodríguez Gavilanes MSC.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Lister Leonardo Mera Carbo**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Creación de un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizador gráfico, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos educativos**”, previo a la obtención del título de Ingeniero de Software, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Nancy Magali Rodríguez Gavilanes MSC.
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita, **Ing. Nancy Rodríguez Gavilanes MSC.**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“Creación de un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizador gráfico, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos educativos”**, Presentado por el estudiante **Lister Leonardo Mera Carbo**, egresado de la Carrera de Software, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis del sistema COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un **96%** y similitud **4%**, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.



Ing. Nancy Magali Rodríguez Gavilanes MSC.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE SOFTWARE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Creación de un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizador gráfico, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos educativos”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero de Software.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gleiston Cicerón Guerrero Ulloa, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Lucrecia Alejandrina Llerena Guevara,
PhD

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR
2024

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la universidad por brindarme la oportunidad de formar parte de ella. Esta institución ha sido fundamental en mi vida al proporcionarme valiosos conocimientos académicos. Todo esto no sería posible sin los docentes, por lo que expreso mi más sincero agradecimiento a cada uno de ellos con quienes tuve la oportunidad de aprender y compartir nuevas experiencias. De una u otra forma, sus enseñanzas contribuyeron a fortalecer mi conocimiento en cada una de sus clases.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora de tesis, la Ingeniera Nancy Rodríguez, cuya orientación y experiencia fueron vitales para llevar a cabo este trabajo de investigación. Asimismo, quiero agradecer especialmente al Dr. Orlando Erazo y a la Dra. Lucrecia Llerena, quienes en diferentes ocasiones me brindaron su apoyo y asesoramiento cuando surgieron dudas durante el proceso.

Agradezco profundamente a mi familia y amigos por su apoyo incondicional durante la etapa más difícil de mi vida. Su amor y aliento fueron fundamentales para sobrellevar esta situación. Sin ellos, nada habría sido posible. Estoy eternamente agradecido por tenerlos en mi vida.

Lister Mera

DEDICATORIA

A mi amada madre, Rocío del Pilar Carbo Caise (01/10/1972-28/05/2020), le agradezco eternamente su apoyo incondicional en vida y la guía que me brinda desde el cielo en cada paso que doy. Su amor continúa inspirándome y guiándome. Siempre la llevaré en mi corazón.

A mi padre, quien ha sido mi firme apoyo a pesar de las adversidades, guiándome en cada paso hacia esta meta. Y a todas las personas que han formado parte de este trayecto, les dedico este logro con profundo agradecimiento.

Lister Mera

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El uso de herramientas tecnológicas y la inteligencia artificial (IA) en la educación se están convirtiendo en elementos indispensables en la enseñanza y el aprendizaje. A pesar de estos avances, Ecuador aún enfrenta inconvenientes en la incorporación de estas tecnologías, especialmente en la secundaria. Esto se debe a la falta de preparación y adopción de herramientas inteligentes que sirvan de apoyo tanto para el docente como para el estudiante. Para abordar esta falta de preparación y adopción de herramientas de apoyo a docentes y estudiantes, se desarrolló EduGeniusAi, Un sistema web que incorpora un modelo generativo de IA conocido como GPT-4. Este sistema web inteligente servirá como herramienta de apoyo para el docente en la creación de cuestionarios y para el estudiante en la creación de organizadores gráficos y el acceso a recursos educativos para reforzar sus conocimientos. Se llevaron a cabo evaluaciones de usabilidad a través de la técnica de usabilidad Información Post-Test y el Cuestionario SUS, dando como resultado un promedio del 79.8%. La conclusión que se establece luego de las pruebas de usabilidad es que el sistema web es aceptable como herramienta de apoyo para la educación en el bachillerato, tanto para docentes como para estudiantes.

Palabras claves

Inteligencia artificial – sistema web – recursos educativos – aprendizaje en línea - GPT-4.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The use of technological tools and artificial intelligence (AI) in education is becoming indispensable in teaching and learning. Despite these advances, Ecuador still faces challenges in incorporating these technologies, especially in secondary education. This is due to the lack of preparation and adoption of intelligent tools that serve as support for both teachers and students. To address this lack of preparation and adoption of support tools for teachers and students, EduGeniusAi was developed, a web system that incorporates a generative AI model known as GPT-4. This intelligent web system will serve as a support tool for teachers in creating quizzes and for students in creating graphic organizers and accessing educational resources to reinforce their knowledge. Usability evaluations were carried out using the Post-Test usability technique and the SUS Questionnaire, resulting in an average of 79.8%. The conclusion drawn from the usability tests is that the web system is acceptable as a support tool for education in high school, both for teachers and students.

Keywords

Artificial intelligence - web system - educational resources - online learning - GPT-4.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
CÓDIGO DUBLIN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Planteamiento de investigación	5
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i>	5
1.1.2. <i>Formulación del problema</i>	7
1.1.3. <i>Sistematización del problema</i>	7
1.2. Objetivos	8
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	8
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	8
1.3. Justificación.....	9
CAPÍTULO II.....	10
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1. Marco conceptual	11
2.1.1. <i>Estudio de mapeo sistemático</i>	11
2.1.2. <i>Inteligencia artificial (IA)</i>	11
2.1.3. <i>Sistemas inteligentes</i>	12
2.1.4. <i>Aprendizaje electrónico (E-Learning)</i>	12
2.1.5. <i>Usabilidad</i>	12
2.2. Marco referencial	13
CAPITULO III.....	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16

3.1.	Localización	17
3.2.	Tipo de investigación	17
3.3.	Métodos de investigación.....	18
3.4.	Fuentes de recopilación de investigación.....	18
3.5.	Diseño de la investigación.....	18
3.5.1.	<i>Selección de modelos de inteligencia artificial</i>	19
3.5.1.1.	<i>Definición de preguntas de investigación.</i>	19
3.5.1.2.	<i>Protocolo de revisión.</i>	20
3.5.2.	<i>Diseño de las interfaces de usuario</i>	23
3.5.2.1.	<i>Análisis contextual.</i>	24
3.5.2.2.	<i>Definición de requisitos del sistema web.</i>	24
3.5.2.3.	<i>Creación de las interfaces del sistema web.</i>	25
3.5.3.	<i>Desarrollo de funcionalidades</i>	25
3.5.3.1.	<i>Pruebas de rendimiento.</i>	27
3.5.3.2.	<i>Pruebas de aceptación.</i>	27
3.5.4.	<i>Evaluación de usabilidad</i>	28
3.5.4.1.	<i>Reclutamiento de participantes.</i>	28
3.5.4.2.	<i>Setup.</i>	29
3.5.4.3.	<i>Técnicas IPO.</i>	29
3.6.	Instrumentos de investigación	32
3.7.	Tratamiento de los datos.....	32
3.8.	Recursos humanos y materiales	32
CAPITULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		34
4.1.	Selección de modelos de inteligencia artificial	35
4.2.	Diseño de interfaces	40
4.2.1.	<i>Análisis contextual</i>	40
4.2.2.	<i>Definición de requisitos.</i>	45
4.2.3.	<i>Creación de las interfaces del sistema web.</i>	58
4.3.	Desarrollo de funcionalidades	69
4.3.1.	<i>Desarrollo del Backend</i>	69

4.3.2.	<i>Desarrollo del Frontend</i>	72
4.3.3.	<i>Pruebas de rendimiento</i>	72
4.3.4.	<i>Pruebas de aceptación</i>	76
4.4.	Evaluación de usabilidad del sistema web	80
4.5.1.	<i>Prueba piloto</i>	81
4.5.2.	<i>Prueba final de usabilidad</i>	84
4.5.	Discusión	89
	CAPITULO V.....	90
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1.	Conclusiones	91
5.2.	Recomendaciones.....	92
	CAPITULO VI	93
	BIBLIOGRAFÍA	93
	Bibliografía.....	94
	CAPITULO VII.....	100
	ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Campos de Búsqueda para realizar el SMS.....	21
Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión para los trabajos encontrados.....	21
Tabla 3: Recursos Materiales utilizados en el proyecto de investigación	33
Tabla 4: Número de estudios primarios_1era Revision.....	35
Tabla 5: Estudios Primarios_1era revisión.....	36
Tabla 6: Número de estudios primarios_2da Revisión	37
Tabla 7: Estudios Primarios_2da revisión.....	38
Tabla 8: Cuadro comparativo de modelos de IA generativas.....	39
Tabla 9: Requerimiento_Registrar asignaturas.....	45
Tabla 10: Requerimiento_Crear Cuestionarios.....	46
Tabla 11: Requerimiento_Subir Materiales educativos.....	46
Tabla 12: Requerimiento_Generar Organizadores gráficos.....	46
Tabla 13: Requerimiento_Acceder a una asignatura.....	47
Tabla 14: Requerimiento_Acceder a recursos compartidos.....	47
Tabla 15: Requerimiento_Realizar cuestionarios.....	48
Tabla 16: Requerimiento_Generar recursos didácticos	48
Tabla 17: CU-01_Registrar Usuario.....	49
Tabla 18: CU-02_Iniciar sesión.....	50
Tabla 19: CU-03_Agregar asignatura.....	51
Tabla 20: CU-04_Subir materiales educativos.....	52
Tabla 21: CU-05_Crear Cuestionario.....	53
Tabla 22: CU-06_Agregar Preguntas.....	54
Tabla 23: CU-07_Acceder a Nueva Asignatura.....	55
Tabla 24: CU-08_Responder un Cuestionario.....	56
Tabla 25: CU-09_Generar organizador gráfico.....	57
Tabla 26: CU-10_Revisar recursos compartidos.....	58
Tabla 27: Tabla de Requisitos del Docente para Prueba de Aceptación en EduGeniusAI	77
Tabla 28: Tabla de Requisitos del Docente para Prueba de Aceptación en EduGeniusAI.....	78
Tabla 29: Resultados de las pruebas de aceptación - Módulo Estudiante.....	79
Tabla 30: Resultados de las pruebas de aceptación - Módulo Docente.....	80
Tabla 31: Resultados Información Post-Test en la Prueba Piloto de EduGeniusAI.....	82
Tabla 32: Información Post-Test_Prueba final.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la UTEQ Campus Central.....	17
Figura 2: Etapas de la metodología de investigación.....	19
Figura 3: Estructura de la Plantilla SMS.....	22
Figura 4: Proceso del Diseño centrado en el Usuario.....	24
Figura 5: Plantilla de CU Expandidos.....	25
Figura 6: Tablero Kanban para Gestión del Proyecto EduGeniusAI.....	26
Figura 7: Formato de la tabla de Resultados de la Técnica Post-Test.....	30
Figura 8: Preferencias de Materiales de Estudio de los Estudiantes.....	41
Figura 9: Preferencias de Recursos Post-Cuestionario de los Estudiantes.....	41
Figura 10: Experiencia de los Estudiantes con Organizadores Gráficos y Cuestionarios.....	42
Figura 11: Frecuencia de Creación de Cuestionarios de Opción Múltiple por los Docentes...43	
Figura 12: Métodos de Compartir Recursos Educativos por Docentes.....	43
Figura 13: Funcionalidades Clave para Compartir Recursos Educativos.....	44
Figura 14: Valoración de la Generación Automática de Preguntas de Opción Múltiple.....	44
Figura 15: Pantalla de Inicio de Sesión de EduGeniusAI.....	59
Figura 16: Formulario de Registro de Usuario de EduGeniusAI.....	60
Figura 17: Menú Principal del Módulo del Docente en EduGeniusAI.....	61
Figura 18: Módulo Docente: Formulario de Registro de Asignaturas.....	62
Figura 19: Módulo Docente: Formulario para Crear un Nuevo Cuestionario.....	63
Figura 20: Módulo Docente: Formulario para Añadir Preguntas a un Cuestionario.....	64
Figura 21: Módulo Docente: Formulario para Compartir Recursos Educativos.....	65
Figura 22: Menú Principal del Módulo del Estudiante en EduGeniusAI.....	66
Figura 23: Módulo Estudiante: Interfaz para Generar Organizadores Gráficos.....	67
Figura 24: Módulo Estudiante: Interfaz para Listar los Cuestionarios Disponibles de una Asignatura.....	68
Figura 25: Módulo Estudiante: Interfaz para Listar las Asignaturas de un Estudiante.....	68
Figura 26: Arquitectura del Sistema Web EduGeniusAI.....	69
Figura 27: Estructura de Plan de Pruebas en JMeter para el Módulo Docente.....	73
Figura 28: Resultados Detallados de Pruebas de Rendimiento para el Módulo Docente.....	74
Figura 29: Estructura de Plan de Pruebas en JMeter para el Módulo Estudiante.....	75
Figura 30: Resultados Detallados de Pruebas de Rendimiento para el Módulo Estudiante.....	76
Figura 31: Resultados de la Encuesta SUS en la Prueba Piloto de Usabilidad de EduGeniusAI.....	83
Figura 32: Encuesta SUS: Preferencia de Uso Frecuente del Sistema EduGeniusAI.....	86
Figura 33: Encuesta SUS: Percepción de Facilidad de Uso de EduGeniusAI.....	87
Figura 34: Encuesta SUS: Integración de Funciones de EduGeniusAI.....	87
Figura 35: Resultados de la Encuesta SUS en la Prueba Final de Usabilidad.....	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Preguntas de la encuesta docente – Estudiante	101
Anexo 2: Definición de requerimientos con ayuda de usuario	102
Anexo 3: Tabla para definir requerimientos de EduGeniusAI.....	102
Anexo 4: Plantilla de resultados de la prueba de aceptación	103
Anexo 5: Resultados de la encuesta realizada a estudiantes	103
Anexo 6: Resultados de la encuesta realizada a docentes.....	105
Anexo 7: Interfaz para responder un cuestionario en EduGeniusAI.....	108
Anexo 8: Reporte de los resultados de un cuestionario	108
Anexo 9: Diseño de la Base de datos	109
Anexo 10: Prueba de aceptación con usuario	109
Anexo 11: Resultados Prueba de aceptación con usuario	110
Anexo 12: Consentimiento firmado por el usuario – Prueba preliminar	112
Anexo 13: Prueba preliminar del sistema web.....	113
Anexo 14: Información Post-Test – Prueba piloto.....	113
Anexo 15: Sesiones de la evaluación de usabilidad.....	114
Anexo 16: Consentimiento firmado – Prueba final.....	116
Anexo 17: Tareas para usuarios para la evaluación de usabilidad.....	117
Anexo 18: Información Post Test – Evaluación Final	118
Anexo 19: Resultados de la encuesta SUS de la prueba final de usabilidad	119

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Creación de un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizador gráfico, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos educativos.				
Autor:	Mera Carbo Lister Leonardo				
Palabras Claves:	Inteligencia artificial	Sistema web	Recursos educativos	Aprendizaje en línea	GPT-4
Fecha de publicación:	Mayo, 2024				
Editorial:	Quevedo – UTEQ “La María”, 2024				
Resumen:	El uso de herramientas tecnológicas y la inteligencia artificial (IA) en la educación se están convirtiendo en elementos indispensables en la enseñanza y el aprendizaje. A pesar de estos avances, Ecuador aún enfrenta inconvenientes en la incorporación de estas tecnologías, especialmente en la secundaria. Esto se debe a la falta de preparación y adopción de herramientas inteligentes que sirvan de apoyo tanto para el docente como para el estudiante. Para abordar esta falta de preparación y adopción de herramientas de apoyo a docentes y estudiantes, se desarrolló EduGeniusAI, Un sistema web que incorpora un modelo generativo de IA conocido como GPT-4. Este sistema web inteligente servirá como herramienta de apoyo para el docente en la creación de cuestionarios y para el estudiante en la creación de organizadores gráficos y el acceso a recursos educativos para reforzar sus conocimientos. Se llevaron a cabo evaluaciones de usabilidad a través de la técnica de usabilidad Información Post-Test y el Cuestionario SUS, dando como resultado un promedio del 79.8%. La conclusión que se establece luego de las pruebas de usabilidad es que el sistema web es aceptable como herramienta de apoyo para la educación en el bachillerato, tanto para docentes como para estudiantes				
Abstract:	The use of technological tools and artificial intelligence (AI) in education is becoming indispensable in teaching and learning. Despite these advances, Ecuador still faces challenges in incorporating these technologies, especially in secondary education. This is due to the lack of preparation and adoption of intelligent tools that serve as support for both teachers and students. To address this lack of preparation and adoption of support tools for teachers and students, EduGeniusAI was developed, a web system that incorporates a generative AI model known as GPT-4. This intelligent web system will serve as a support tool for teachers in creating quizzes and for students in creating graphic organizers and accessing educational resources to reinforce their knowledge. Usability evaluations were carried out using the Post-Test usability technique and the SUS Questionnaire, resulting in an average of 79.8%. The conclusion drawn from the usability tests is that the web system is acceptable as a support tool for education in high school, both for teachers and students.				
Descripción:	137 hojas A4: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI					

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el avance de la tecnología y la inteligencia artificial se ha convertido en una parte fundamental de nuestra vida [1]. Gracias a estos avances, hemos cambiado la forma en que trabajamos, estudiamos e incluso cómo vivimos. En el ámbito de la educación, esta transformación se ha reflejado en la forma en que se llevan a cabo las actividades de enseñanza y aprendizaje. Estos cambios han sido impulsados por dos factores cruciales: el gran aumento de las tecnologías de la información y la propagación global de la pandemia de COVID-19 [2]. Debido a estos dos aspectos, surgió la necesidad de implementar el aprendizaje en línea como una parte integral del sector educativo. El aprendizaje en línea se refiere a la instrucción educativa que se imparte de forma electrónica a través de diversas plataformas, aplicaciones multimedia e Internet [3].

Las actividades tradicionales en el aula no llegan a proporcionar un entorno de aprendizaje inmediato, evaluaciones más rápidas y una mayor participación [4]. Las metodologías de enseñanza tradicionales y convencionales que prevalecen en el sistema educativo actual a menudo resultan en un bajo rendimiento académico entre los estudiantes, ya que pueden tener dificultades para comprender plenamente los temas abordados en las clases [5]. Estos son algunos de los inconvenientes asociados con enfoques educativos convencionales, que enfatizan la instrucción en persona en un entorno de aula estándar. La incorporación de herramientas de *e-learning* en las actividades educativas tiene capacidad de superar algunas de las limitaciones de los métodos tradicionales, mejorando la experiencia educativa y atendiendo de manera más efectiva a las necesidades únicas de cada estudiante en un mundo cada vez más orientado hacia lo digital.

Actualmente, los sistemas de inteligencia artificial (IA) ofrecen un apoyo eficaz para el aprendizaje y enseñanza en línea, incluida la personalización del aprendizaje para los estudiantes, la automatización de las tareas rutinarias de los instructores y la potenciación de evaluaciones adaptativas [6]. La IA es un campo o una tecnología que busca crear sistemas informáticos capaces de realizar tareas que requieran habilidades humanas, como el aprendizaje, resolución de problemas, etc. [7]. Sin embargo, si bien las oportunidades para la IA son prometedoras, el impacto de los sistemas de IA en la cultura, las normas y las expectativas sobre las interacciones entre estudiantes y profesores aún es difícil de alcanzar[6].

Antes de especificar el propósito de este trabajo, es fundamental reconocer el estado actual de la investigación en este campo. Una revisión de la literatura actual revela que existen múltiples trabajos relacionados al ámbito educativo que emplean algoritmos de machine learning como redes neuronales, clustering, etc. Sin embargo, son muy pocos que utilizan modelos de IA generativa como GPT, BERT, T5, etc. En particular, se observa que existen algunas investigaciones que utilizan el modelo BERT para la generación de preguntas de opción múltiples, como es en el trabajo de trabajo de Kapakchi y Boye[8] que presenta un método basado en BERT para generar preguntas utilizadas en evaluaciones de comprensión de lectura. A su vez no se ha encontrado trabajos en donde se utilice algún modelo para la generación de organizadores gráficos. Tomando en cuenta estos antecedentes, se puede evidenciar el aporte significativo que tendrá este trabajo en el área de la educación con relación a las investigaciones existentes.

El propósito de este trabajo es el desarrollo de EduGeniusAI, que es un sistema web que hace uso del modelo de inteligencia artificial (IA) GPT-4 para la creación de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y brindar recomendaciones de recursos educativos en las diferentes áreas de educación. En el caso de los estudiantes, el sistema permitirá que el estudiante pueda evaluar sus conocimientos a través de cuestionarios. Una vez realizada la prueba, el sistema le proporcionará recursos (enlaces, videos) relacionados con las preguntas que haya fallado, con el fin de que refuerce sus conocimientos en los temas fallidos. Además, el sistema web contará con la opción de generar organizadores gráficos que permita a los estudiantes estructurar y visualizar de manera más organizada el contenido de un tema, facilitando así su proceso de aprendizaje.

En el caso de los docentes, el sistema se ha diseñado con el propósito de facilitar la creación de cuestionarios automatizados orientados a temas específicos, compuestos por preguntas de opción múltiple. Además, cuenta con funcionalidades que permiten compartir recursos de manera más sencilla a sus estudiantes y gestionar las asignaturas impartidas. Este enfoque integral busca mejorar la experiencia de aprendizaje tanto para estudiantes como para profesores.

La creación de este sistema web basado en IA para el campo de la educación representa un logro significativo. Este proyecto busca abordar las necesidades individuales de estudiantes y

profesores, brindando una experiencia de enseñanza y aprendizaje más personalizada. La relevancia de este trabajo se encuentra en su capacidad para influir positivamente en la educación digital, lo que impactará en la evolución constante de la sociedad en un mundo cada vez más demandado por la tecnología.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento de investigación

En esta sección, se aborda la comprensión y el análisis de la problemática en cuestión. Está dividida en varias etapas, como el planteamiento del problema, que incluye el diagnóstico y el pronóstico, así como la formulación y sistematización del problema.

1.1.1. Planteamiento del problema

En el contexto global de la implementación de inteligencia artificial en la educación, se ha observado un aumento significativo en la adopción de tecnologías educativas basadas en IA[6]. El uso de IA en la educación ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, con impactos notables en la personalización del aprendizaje y la mejora de la accesibilidad a la educación en línea. Este fenómeno refleja una tendencia más amplia hacia la transformación digital en la educación a nivel mundial, impulsada en parte por la pandemia de COVID-19[2]. A pesar de esto, la conexión entre tecnología y educación suele ser muy compleja debido a las implicaciones políticas, económicas, sociales y pedagógicas que tiene el uso de la tecnología en la educación [9].

A nivel de instituciones educativas, se ha producido un cambio significativo en la forma en que se gestionan los programas educativos debido a la introducción de sistemas web basados en IA. Se ha revelado que la adaptación de la IA en la enseñanza educativa ha dado lugar a la reevaluación de los roles de los docentes y a la implementación de estrategias pedagógicas más centradas en el estudiante. Esta transición ha presentado desafíos significativos para la gestión institucional, que están siendo abordados mediante políticas y estrategias específicas[10].

A nivel individual, la experiencia del estudiante al utilizar un sistema web basado en IA es fundamental. Los estudiantes perciben la personalización del aprendizaje y la usabilidad de estos sistemas. Los hallazgos revelan que la satisfacción del estudiante está intrínsecamente relacionada con la efectividad de las recomendaciones de recursos didácticos y su capacidad para mejorar su rendimiento académico. Estas percepciones individuales son cruciales para comprender el impacto real de la IA en la educación y son un elemento central de la investigación en curso.

Diagnóstico

Hoy en día, el uso de la tecnología en la educación ha experimentado una transformación significativa, lo que ha impulsado numerosos cambios tanto en la forma de enseñar como en la de aprender. Tanto los profesores como los estudiantes se han beneficiado de diversas tecnologías educativas [11]. Los profesores han aprendido a integrar la tecnología en sus actividades de enseñanza, y los estudiantes están cada vez más entusiasmados por aprender haciendo uso de la tecnología.

Durante la pandemia de COVID-19, en Ecuador, el acceso a la educación se convirtió en uno de los desafíos más importantes. Para algunas familias, el distanciamiento social representó un cambio positivo hacia el aprendizaje remoto, pero para otras, especialmente las familias de bajos ingresos que viven en áreas rurales, se presentaron grandes barreras[12]. Estas barreras incluyeron la falta de acceso a Internet o la carencia de herramientas para recibir las clases, como teléfonos celulares o computadoras. En pocas palabras, se podría decir que Ecuador no estaba preparado en ese momento para realizar un cambio significativo en la educación, pero las circunstancias obligaron a adaptarse a esta modalidad.

En la actualidad, aunque todavía existen barreras para el aprendizaje en línea, se observa que tanto estudiantes como docentes pueden adaptarse de una mejor manera a la educación, ya sea presencial o remota. Esto se debe a la aparición de numerosas herramientas tecnológicas que ayudan de una u otra manera al desempeño académico tanto del docente como del estudiante. Por otro lado, la inteligencia artificial es uno de los aspectos relevantes que está ganando fuerza en diversos ámbitos de la industria a nivel mundial. La IA en la educación ofrece numerosas posibilidades para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje y mejorar el posicionamiento de las instituciones educativas [13]. A pesar de que la educación en Ecuador se ha ido adaptando al uso de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, todavía existen problemas en la incorporación de la inteligencia artificial como una herramienta de apoyo en las actividades educativas. Incluso puede haber muchos estudiantes que desconocen este tipo de tecnología. Esto se debe a que la educación, especialmente en los niveles de educación básica y bachillerato, no ha evolucionado en su planificación de enseñanza. Muchos docentes continúan utilizando métodos tradicionales de enseñanza y no incentivan a sus estudiantes a como

adaptarse a este tipo de tecnología como herramienta de apoyo para el aprendizaje y desempeño académico.

Pronóstico

Ecuador es uno de los países que menos invierte en tecnología e innovación [14], lo que hace que otros países que sí invierten en estos campos avancen más rápido que el nuestro. Debido a esto, se puede ver reflejado el poco uso de tecnologías en la educación, ya que el gobierno no incentiva de una u otra manera a la adopción de medidas tecnológicas para mejorar el ámbito educativo, especialmente en las escuelas y colegios.

En un futuro no tan lejano, si no se opta por el uso más significativo de la tecnología y la IA en el campo de la educación, se prevé que exista una desventaja competitiva aún mayor en términos de enseñanza y aprendizaje en comparación con otros países. Por otro lado, la falta de adopción de estas herramientas podría limitar la capacidad de adaptar la educación a las necesidades específicas de cada estudiante, ya que, como se sabe, la tecnología y la IA tienen el potencial de personalizar el aprendizaje.

Tal como todos sabemos, el mundo se está volviendo cada vez más digital y computarizado. Por lo tanto, la falta de preparación en el uso de la tecnología y la IA como herramientas de apoyo en las actividades académicas podría dejar a los estudiantes y docentes en una desventaja considerable en términos de adaptación a los desafíos y oportunidades que se presenten en el futuro.

1.1.2. *Formulación del problema*

¿Cómo se puede implementar un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y ofrecer recomendaciones de recursos didácticos adecuados, que respondan específicamente a las necesidades de enseñanza y aprendizaje?

1.1.3. *Sistematización del problema*

- ¿Qué modelos de inteligencia artificial son adecuados para la generación automática de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y recomendaciones a partir del

contenido didáctico como apoyo en la enseñanza y aprendizaje en las actividades educativas?

- ¿Cómo crear interfaces intuitivas de un sistema web que facilite la generación de organizadores gráficos, evaluaciones y recomendaciones de recursos educativos?
- ¿Cómo se desarrollan las funcionalidades de un sistema web usando modelo de inteligencia artificial generativa para construir organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y proporcionar recomendaciones de recursos didácticos según el nivel y necesidades del estudiante?
- ¿Cómo se puede evaluar la usabilidad del sistema web mediante pruebas con usuarios reales para conocer si se cumple con las expectativas y necesidades educativas?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Construir un sistema web con inteligencia artificial generativa para la creación de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos didácticos con el fin de apoyar el proceso de la enseñanza y el aprendizaje en la secundaria.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Seleccionar los modelos de Inteligencia Artificial adecuados mediante un estudio exploratorio para realizar la generación automática de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y recomendaciones a partir de contenidos didácticos.
- Diseñar interfaces de usuario intuitivas para el sistema web, haciendo uso de bibliotecas de diseño, con el propósito de facilitar la creación de organizadores gráficos, cuestionarios y recomendaciones de recursos didácticos.
- Desarrollar las funcionalidades del sistema web utilizando modelo de Inteligencia Artificial para generar organizadores gráficos, llevar a cabo lecciones personalizadas y proporcionar recomendaciones de materiales educativos.
- Evaluar la usabilidad del sistema web usando pruebas con usuarios reales para asegurar el cumplimiento de las expectativas y necesidades educativas.

1.3. Justificación

La creciente adopción de la inteligencia artificial a nivel mundial es evidente, lo que resalta su relevancia significativa. Estos modelos inteligentes tienen el potencial de personalizar el proceso de aprendizaje, mejorar la accesibilidad educativa y aumentar la productividad tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. El proyecto propuesto promete hacer contribuciones sustanciales en las diferentes áreas de aprendizaje.

La IA brinda una oportunidad única para adaptar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes al identificar sus áreas de debilidad y proporcionarles materiales de apoyo específicos para fortalecer su conocimiento. Por ello, el sistema simplifica la organización y visualización del contenido a través de la generación de un organizador gráfico, lo que beneficia de forma positiva a los estudiantes al facilitar la comprensión de temas complejos.

Al mismo tiempo, para los educadores, la capacidad de generar cuestionarios de manera automática reduce significativamente el tiempo que solían emplear en la creación manual de estos instrumentos de evaluación. Además, la función de compartir recursos educativos promueve la disponibilidad de materiales adicionales de estudio para los estudiantes, mejorando aún más el proceso educativo al proporcionarles recursos complementarios.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

En esta sección se presenta una base esencial para comprender los temas claves relacionados a esta investigación. A continuación, se abordan los siguientes conceptos.

2.1.1. Estudio de mapeo sistemático

Según Salama et al. [15] definen un estudio de mapeo sistemático, también conocido como SMS (*Systematic Mapping Study*), como un proceso para identificar, categorizar y analizar la literatura existente que es relevante para un determinado tema de investigación. Además, estos autores dan a conocer que, al usar esta metodología de investigación, nos permite obtener una visión general completa de un tema de investigación en particular, presentar una evaluación imparcial de la literatura actual, identificar lagunas en la investigación y recopilar evidencia para futuras direcciones de investigación. En otras palabras, un SMS nos ayuda a resumir y organizar trabajos de literatura existentes en una determinada área de investigación, con el fin de poder identificar problemas u otros enfoques interesantes que nos puedan ayudar en futuras investigaciones.

2.1.2. Inteligencia artificial (IA)

Robles-Aguilar et al. [16] definen la IA como una rama de las ciencias de la computación dedicada al procesamiento de datos, con el fin de realizar funciones como el razonamiento, el aprendizaje y el desarrollo personal. Este grupo de investigadores concluye que la IA se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada para llevar a cabo actividades y resolver problemas en diferentes disciplinas, como la medicina o incluso el deporte. En los últimos años, la IA ha experimentado avances significativos que han transformado nuestra sociedad. Debido a estos cambios, los seres humanos deberían adaptarse a estas tecnologías como apoyo para sus actividades, con el fin de agilizar sus procesos y minimizar costos y tiempos.

Por otro lado, el autor Zhihua H. [17] describe a la IA como una nueva tecnología que se enfoca en desarrollar sistemas que permiten a las computadoras simular actividades inteligentes humanas, como el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones. También da a conocer el objetivo de la inteligencia artificial, el cual es que las computadoras puedan ejercer tareas complejas en lugar de los humanos.

2.1.3. *Sistemas inteligentes*

Shadab et al. [18] especifican a los sistemas inteligentes como sistemas diseñados que tienen una evolución endógena de comportamiento y/o funcionan a lo largo de su ciclo de vida, y requieren técnicas diferentes a las utilizadas tradicionalmente en Ingeniería de Software (SE). Estos investigadores en su trabajo mencionan que estos tipos de sistemas exhiben ciertos comportamientos y estructuras basados en los conceptos de sistemas abiertos y cerrados, donde los sistemas abiertos son aquellos que intercambian información, materia y/o energía a través de sus límites, y los sistemas cerrados son aquellos que no intercambian información, materia y/o energía a través de sus límites.

2.1.4. *Aprendizaje electrónico (E-Learning)*

Alamsyah et al. [19] definen al aprendizaje electrónico, a un enfoque de la educación que utiliza tecnología digital y recursos en línea para ofrecer oportunidades de aprendizaje a estudiantes a través de diversos dispositivos electrónicos. Para que el aprendizaje sea en línea, los investigadores mencionan la utilización de recursos en línea, contenido digital y herramientas tecnológicas para facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades, permitiendo a los estudiantes acceder al material de estudio y participar en actividades educativas de manera flexible, generalmente a través de Internet. Esta nueva forma de educación hace que los estudiantes puedan aprender de manera autónoma, personalizada y adaptarse a su propio ritmo, lo cual hace que el aprendizaje sea más flexible y accesible.

2.1.5. *Usabilidad*

Dawood et al. [20] definen a la usabilidad como un concepto que engloba las características tanto de la tarea a realizar como del usuario y la funcionalidad del sistema. Ellos lo consideran como un factor esencial que influye en la aceptación por parte del usuario y en la sostenibilidad a largo plazo del sistema. En cierta medida, estos investigadores relacionan la usabilidad con el tema más amplio de la aceptabilidad y sostenibilidad del sistema. Por lo tanto, concluyen que la usabilidad juega un papel crucial, ya que un software que carece de usabilidad no será sostenible en el tiempo. Por último, ellos consideran la usabilidad como un factor de gran importancia, dado que influye en la experiencia del usuario y en la viabilidad del sistema en el mercado.

2.2. Marco referencial

Esta sección es esencial para nuestra investigación, donde se exploran estudios existentes relacionados al tema de proyecto. A continuación, se presentan los trabajos de varios autores que han abordado cuestiones en el ámbito educativo y tecnológico.

En el trabajo de Yancong Li et al. [21] trata sobre cómo mejorar la adaptabilidad de los sistemas de aprendizaje adaptativo utilizando mapas conceptuales y rutas de aprendizaje generadas automáticamente. Ellos proponen un algoritmo llamado LPG que considera el rendimiento de diferentes grupos de estudiantes y crea mapas conceptuales personalizados con rutas de aprendizaje específicas para cada grupo. Una vez realizados los respectivos experimentos, concluyen que ese algoritmo funciona bien para adaptar la enseñanza según el desempeño de los estudiantes.

En el estudio de Wetzel et al. [22], se centra en la generación de mapas conceptuales jerárquicos de conocimiento, específicamente en el contexto de la terminología relacionada con el subdominio COVID. El objetivo de este trabajo según los autores es crear una estructura de conocimiento multilingüe que vincule una lista de conceptos planos en un gráfico jerárquico. Ellos presentan dos enfoques para abordar esta tarea: uno es la generación automática de mapas conceptuales mediante el uso de un modelo de lenguaje impulsado por aprendizaje automático, y el otro es la creación manual del gráfico por un lingüista experto.

Por otro lado, el trabajo de Nurrokhim et al [23], consiste en generar un mapa mental mediante aprendizaje automático. El enfoque utilizado por ellos es la recuperación de información y el uso de la biblioteca CoreNLP. Ellos dan a conocer el proceso de la creación de los mapas mentales, el cual se genera a partir de artículos u otros materiales didácticos. Finalmente, para evaluar el resultado, realizan las pruebas comparando el mapa conceptual de generación automática con el mapa conceptual elaborado por expertos.

Los autores Altoe y Joyner en su trabajo [24], proponen en abordar el desafío de mantener la calidad en programas de educación en línea a gran escala, como los MOOC (*Massive Open Online Course*) que en español se traduce como “Curso Online Masivo y Abierto” . Los autores destacan que los exámenes escritos son importantes para el aprendizaje, ya que fomentan estrategias de aprendizaje más profundas y un procesamiento cognitivo más alto en los

estudiantes, pero la calificación manual de estos exámenes lleva mucho tiempo. Es por ello por lo que dan a conocer una solución utilizando inteligencia artificial para generar automáticamente criterios de evaluación (rúbricas) para los ensayos y proporcionar retroalimentación de alta calidad de manera inmediata después de la presentación del ensayo. Para cumplir con el objetivo propuesto, se utilizaron técnicas de procesamiento de lenguaje natural, como TextRank y similitud semántica, para crear estas rúbricas y mapas conceptuales que enriquecen la retroalimentación en los estudiantes.

En el artículo de Lavanya y Príncipe [25], se enfocan en la necesidad de generar mapas conceptuales de manera automática en varios campos para comprender con precisión conceptos esenciales. En el trabajo proponen un sistema automático para crear estos mapas conceptuales utilizando algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales recurrentes. El objetivo principal que se propusieron estos autores para llevar a cabo esta investigación es mejorar la comprensión cognitiva de conceptos, dominios y libros de manera rápida y precisa.

El trabajo de Hao Zhang et al. [26] se centra en la aplicación de tecnologías emergentes en la educación para mejorar la eficiencia tanto de profesores como de estudiantes en la gestión y comprensión de información en el entorno de clase. Este trabajo propone un modelo llamado HVCMM (Hybrid View Class Minutes Model) que automatiza la generación de actas de clase a partir de registros de clase extensos. El modelo propuesto por los autores utiliza una codificación multinivel para manejar registros largos y resuelve problemas de correferencia y lógica referencial. Además, ellos emplean algoritmos de aprendizaje automático para analizar la estructura y el contenido de las oraciones. Por últimos, mencionan los resultados, los cuales muestran que el modelo HVCMM supera a otros en métricas de evaluación.

El trabajo de investigación de Riza et al. [27] se enfoca en la generación automática de preguntas de respuesta corta para la sección de comprensión lectora utilizando procesamiento del lenguaje natural (NLP) y el algoritmo K-Nearest Neighborhood (KNN). El objetivo de este trabajo es crear preguntas y respuestas de manera automatizada para ahorrar tiempo en la preparación de evaluaciones. El proceso llevado a cabo por los autores implica la extracción de oraciones simples, la clasificación de problemas, la generación de preguntas y la comparación con datos de capacitación para evaluar la calidad.

En el trabajo de Kurdi et al. [28] realizan una revisión del uso de técnicas de generación automática de preguntas (AQG) en el ámbito educativo con el objetivo de reducir la complejidad y costos asociados con la construcción manual de preguntas para exámenes y actividades educativas. Ellos analizaron la literatura publicada entre 2015 y principios de 2019 en AQG para fines educativos, destacando tendencias y avances actuales, como la dificultad de las preguntas, la estructura de estas, la automatización de plantillas, la presentación y la retroalimentación. Además, ellos mencionan la necesidad de mejorar la calidad de los informes experimentales, estandarizar métricas de evaluación y explorar métodos de evaluación más efectivos en este campo en constante evolución.

En el estudio de Yang et al. [29], se centra en la importancia de la revisión del conocimiento en el proceso de aprendizaje y cómo la generación automatizada de pruebas de práctica puede ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión lectora en la educación superior. Ellos aplicaron la técnica de inteligencia artificial BERT para generar pruebas de práctica, y se comparó el efecto de estas pruebas con volver a estudiar el contenido en una conferencia universitaria.

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El proyecto de investigación se lo desarrolló en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), en el campus Central, localizado en la Av. Quito km. 11/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, perteneciente al cantón Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

Figura 1

Ubicación de la UTEQ Campus Central



Nota. La imagen muestra la dirección exacta del campus central de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en la Av. Quito km. 11/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas.

3.2. Tipo de investigación

El desarrollo de este trabajo se basó en la utilización de una investigación de tipo descriptiva, ya que facilita la comprensión de la situación actual al recopilar información que se puede cuantificar para un análisis posterior [30]. Esta investigación se llevó a cabo para establecer los lineamientos a seguir en el desarrollo del sistema web, analizando la información proporcionada

mediante entrevistas a personas vinculadas al área de investigación, tanto docentes como estudiantes.

3.3. Métodos de investigación

Para esta investigación, se utilizó el método deductivo, ya que implica pasar de principios generales a conclusiones específicas mediante la deducción [31]. Es decir, este proyecto parte de la teoría para luego aterrizar en un caso concreto relacionado con la adopción de herramientas tecnológicas con inteligencia artificial que sirvan de apoyo en la educación, especialmente en el nivel de bachillerato.

3.4. Fuentes de recopilación de investigación

Se empleó la recopilación de información a través de artículos científicos, artículos de revistas, libros, conferencias, etc., mediante una revisión sistemática en diferentes bases de datos bibliográficas. Además, se utilizaron personas con roles de docentes y estudiantes como fuentes primarias, tanto en la etapa inicial para definir las funcionalidades del sistema web, como en la etapa final donde se llevó a cabo una encuesta tipo SUS utilizando *Google Forms* para conocer el grado de usabilidad del sistema web propuesto en base a la evaluación aplicada a los usuarios representativos.

3.5. Diseño de la investigación

En esta sección se detalla el proceso seguido para llevar a cabo el proyecto de investigación, describiendo cada etapa con detalle. Comenzó con una revisión de la literatura para identificar los modelos de IA más utilizados en el ámbito educativo. Luego, se enfocó en comprender las necesidades actuales en la enseñanza y el aprendizaje, definiendo así los requerimientos funcionales de EduGeniusAI. Una vez establecidos, se procedió con el diseño y desarrollo de las funcionalidades del sistema web, seguido de las pruebas correspondientes. En la Figura 2 se muestra el esquema general de la metodología empleada.

Figura 2

Etapas de la metodología de investigación



Nota. La figura muestra las cuatro etapas que componen la metodología de investigación de este proyecto, basadas en los objetivos específicos propuestos.

3.5.1. Selección de modelos de inteligencia artificial

Se empleó un estudio exploratorio usando un *Systematic Mapping Studies* (SMS), para identificar y analizar trabajos relacionados que utilicen modelos de inteligencia artificial generativa para la creación automática de organizadores gráficos, evaluaciones personalizadas y recomendaciones de recursos didácticos. Un SMS es una técnica sistemática que permite mapear y clasificar de manera estructurada la literatura existente sobre un tema específico, con el propósito de identificar sus principales características, tendencias y lagunas [32]. Para realizar el desarrollo del SMS, fue importante seguir una serie de fases, las cuales se especifican a continuación.

3.5.1.1. Definición de preguntas de investigación.

La pregunta de investigación fue la siguiente: ¿Qué modelos de IA se utilizan actualmente para la generación de organizadores gráficos, evaluaciones y recomendaciones de recursos didácticos en el ámbito educativo?

3.5.1.2. Protocolo de revisión.

Palabras claves

Antes de crear la cadena de búsqueda, se definió los términos o palabras relevantes para obtener los resultados esperados a la hora de la búsqueda en las diferentes bases de datos. Las palabras claves definidas fueron:

- *Artificial intelligence models (GPT, CLAUDE, BERT, etc.)*
- *Automatic generation.*
- *Educational resources.*
- *Assessment.*
- *Concept maps.*

Cadena de búsqueda

Una vez que se establecieron las palabras claves pertinentes para la investigación, el siguiente paso fue construir una cadena de búsqueda precisa que se empleó en las diferentes bases de datos bibliográficas, dando como resultado la siguiente cadena:

("GPT" OR "CLAUDE" OR "BERT" OR "T5" OR "xpnet" OR "Transformer-XL" OR "ERNIE" OR "Generative models") AND ("Automatic generation" OR "Automatic processing") AND ("Educational resources" OR "Teaching materials" OR "Learning tools" OR Assessment OR Test OR "Educational evaluation" OR "Concept maps").

Base de datos (BBDD)

Las bases de datos bibliográficas seleccionadas para llevar a cabo la búsqueda de trabajos científicos con la pregunta de investigación fueron las siguientes:

- Scopus.
- Web of Science.
- IEEE Xplore.
- ACM
- Airxv

Campos de búsqueda empleados en cada base de datos (BBDD)

En la Tabla 1, se muestran los campos definidos de búsquedas para filtrar y precisar los resultados según criterios relevantes para el tema de investigación.

Tabla 1

Campos de Búsqueda para realizar el SMS

BBDD	Campo de Búsqueda
IEEE Xplore	General (ALL)
Scopus	TITLE-ABS-KEY
Web Of Science	All Fields
ACM	Abstract -ALL
Airxv	General (ALL)

Criterios de Inclusión y Exclusión

En la Tabla 2, se muestran los criterios que determinaron los estudios que fueron considerados para los análisis respectivos.

Tabla 2

Criterios de inclusión y exclusión para los trabajos encontrados

Criterios de inclusión
- Trabajos que traten sobre el uso de modelos de inteligencia artificial para generar evaluaciones, organizador gráfico o recomendaciones. - Trabajos redactados en inglés. - Trabajos publicados dentro de los últimos 5 años.
Criterios de exclusión
- Trabajos provenientes de tesis. - Trabajos de investigación que no describan el uso de un modelo de inteligencia artificial para para generar evaluaciones, organizador gráfico o recomendaciones. - Trabajos redactados en español. - Trabajos publicados fuera de los últimos 5 años.

Extracción y clasificación de datos

Se utilizó una plantilla en Excel que sirvió como herramienta de evaluación para cada estudio recopilado en cada una de las bases de datos bibliográficas. En la Figura 3 se visualiza la estructura de la plantilla.

Figura 3:

Estructura de la Plantilla SMS

NOMBRE DEL PAPER	ABSTRACT	TEMÁTICA PARA PRESELECCIONAR (Leer Título y abstract)	PRESELECCIONAR	Inteligencia Artificial utilizada	TEMÁTICA PARA ESTUDIOS PRIMARIOS (Leer Todo)	ESTUDIO PRIMARIO	URL

Nota. Esta figura muestra los campos que conforman la plantilla SMS para realizar el respectivo estudio de mapeo sistemático.

Los campos de la plantilla SMS nos ayudaron a clasificar la información de forma más detallada y fácil de visualizar, con el fin de revisar cada uno de los estudios para determinar si son relevantes o no para nuestro estudio. Estos campos se describen a continuación.

- **Nombre del artículo:** Se menciona el título del artículo.
- **Abstract:** Se detalla un breve resumen de lo que trata el artículo.
- **Temática para preseleccionar:** Se escribe las palabras clave que conforman la cadena de búsqueda.
- **Preseleccionar:** Se pondrán “Si” en el caso de que se haya leído el título y el abstract y que contenga las palabras claves. En caso contrario se pondrá “No”.
- **Inteligencia artificial utilizada:** Se detalla el modelo de inteligencia artificial empleado en el trabajo en caso de su utilización.
- **Temática para estudios primarios:** En el caso de que se ponga en Preseleccionar “Si”, se hará una lectura completa del artículo y se escribirá un resumen sobre la lectura del artículo.
- **Estudio primario:** Una vez leído por completo el artículo, se decidirá si es o no estudio relacionado para el trabajo de investigación.
- **URL:** Se escribe la dirección web donde se encuentra alojado el artículo.

Revisión de los estudios preseleccionados

Luego de que se realizó la selección de artículos que se consideraron tener relación con la pregunta de investigación definida, se realizó una revisión más profunda del trabajo seleccionado con el objetivo de identificar algunos aspectos, tales como:

- Modelo IA utilizado.
- La forma que se ha sido aplicado en el ámbito educativo.
- Su efectividad.
- Limitaciones.
- Resultados.
- Entre otros aspectos relevantes.

Análisis de los modelos IA encontrados

Luego de haber realizado la revisión y selección de los estudios primarios, se procedió a analizar cada uno de los modelos encontrados y en base a los aspectos estudiados en el punto anterior, se realizó una comparativa con cada uno de los modelos y se definió el modelo de IA que se utilizó para el desarrollo del sistema web.

3.5.2. *Diseño de las interfaces de usuario*

Para esta etapa se utilizó la metodología Diseño centrado en el Usuario, la cual consiste en un enfoque basado en la participación de las personas que busca mejorar la comprensión de las necesidades del usuario [33]. Esta metodología, enfocada al diseño de interfaces de usuario, se centra en objetivos de usabilidad, características de los usuarios, ambientes, tareas y el flujo de trabajo.

De acuerdo con la norma ISO 9241-210:2019 [34], El proceso a llevar a cabo está compuesto por tres fases: Análisis Contextual, Definición de requisitos y Creación de las interfaces, tal como se visualiza en la Figura 4.

Figura 4

Proceso del Diseño centrado en el Usuario



Nota. La figura visualiza las etapas a seguir para llevar a cabo el diseño de las interfaces de usuario, donde primero se debe realizar un análisis contextual a través de técnicas de recopilación de información, luego un análisis y definición de los requisitos del sistema web, para finalmente diseñar las interfaces de usuario.

3.5.2.1. Análisis contextual.

Para entender mejor el contexto actual y las necesidades en la enseñanza y el aprendizaje en la secundaria, se realizaron encuestas a dos grupos de usuarios diferentes: docentes y estudiantes. Estas encuestas permitieron obtener una comprensión más completa del usuario y su entorno, así como de las expectativas relacionadas con el producto. Las preguntas que se realizaron en cada encuesta se pueden observar en el **Anexo 1**. Dichas encuestas se llevaron a cabo a través de un formulario de Google.

3.5.2.2. Definición de requisitos del sistema web.

Después de obtener los datos en cada una de las encuestas, se procedió a realizar el análisis y definición de requisitos. Esta etapa fue analizada con la ayuda de docentes y estudiantes para definir los requisitos funcionales respectivos de cada módulo del sistema web (**Ver Anexo 2**). Asimismo, se realizaron casos de uso expandidos para comprender el proceso de interacción del sistema con los actores, que en este caso fueron los estudiantes y docentes. En la Figura 5, se muestra el diseño de la plantilla que se utilizó para realizar cada uno de los casos de uso expandidos en base a los requisitos definidos.

Figura 5:

Plantilla de CU Expandidos

Caso de uso		
Actores		
Descripción		
Precondición		
Postcondición		
Flujo normal de eventos		
Actor	Sistema	
Flujos alternos		

Nota. Esta plantilla permite tener una visión más clara de cada una de las funcionalidades, donde se pueden detallar los procesos de interacción que tendrá el usuario con el sistema web.

3.5.2.3. Creación de las interfaces del sistema web.

La interfaz gráfica de usuario se ha convertido en la forma principal de comunicación con sistemas informáticos, ya que por medio de movimientos físicos y de percepción facilita acciones simples podemos realizar varias tareas al mismo tiempo [35]. En esta etapa se empleó el Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML) complementado con Hojas de Estilo en Cascada (CSS). Además, se utilizó la biblioteca Bootstrap para tener un diseño más adaptable y responsivo, y se integraron componentes de Angular Material y PrimeNG para mejorar la experiencia de usuario mediante el uso de elementos visuales modernos y funcionales.

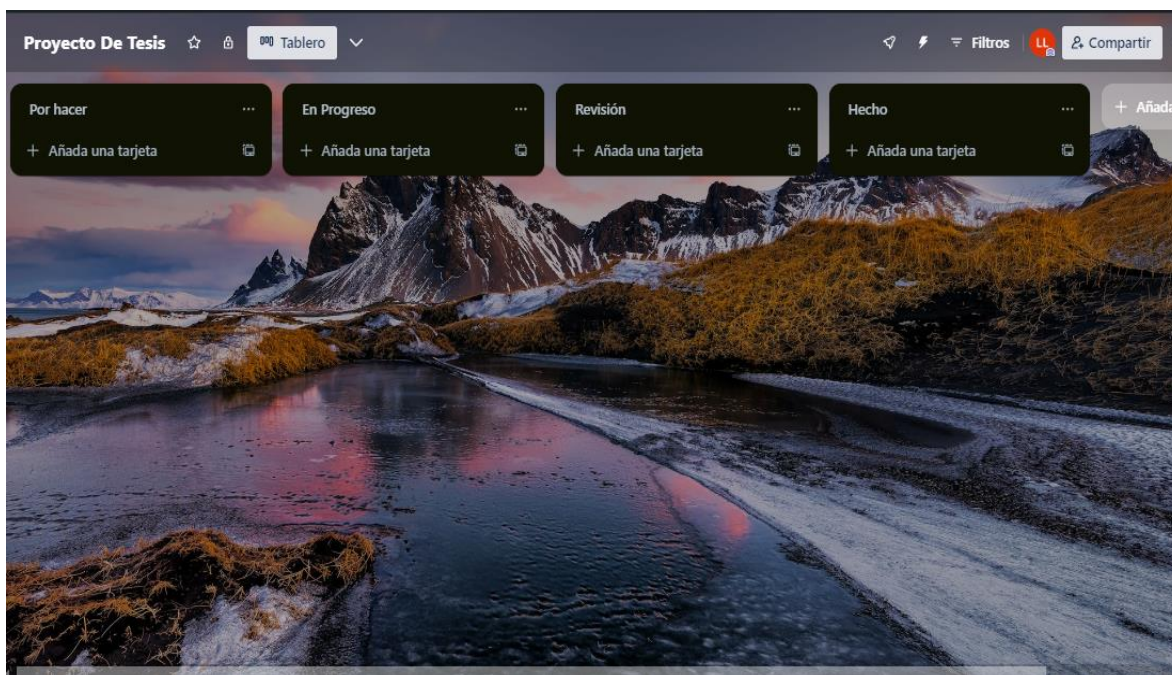
3.5.3. Desarrollo de funcionalidades

Una vez diseñada las interfaces del sistema web, se llevó a cabo la implementación de todas las funcionalidades previstas para el sistema web. Para ello se utilizó un plan similar a una

metodología ágil Kanban, ya que ayuda a gestionar de manera general como se van completando las tareas [36]. EL Tablero Kanban se definió por cuatro columnas, las cuales se puede visualizar en la Figura 6.

Figura 6

Tablero Kanban para Gestión del Proyecto EduGeniusAI



Nota. El tablero Kanban ayudó a tener clasificadas las tareas por hacer de las diferentes funcionalidades del sistema web, donde cada tarea pasó por 4 fases: "Por Hacer", "En Progreso", "Revisión", la cual consiste en probar la funcionalidad para verificar si cumple con lo solicitado por el usuario. Y finalmente pasa al estado de "Hecho".

El desarrollo de este proyecto estuvo dividido en dos partes principales, cada una con sus propias responsabilidades y tecnologías asociadas:

- **Backend:** Se lo conoce como la parte que no ve el cliente, es decir, es el responsable del procesamiento de los datos de entrada y salida del sistema[37]. Se utilizó Spring Boot como framework para la construcción del backend. Todo el desarrollo se lo realizó a través del IDE IntelliJ IDEA, conocido por su fácil capacidad de integración con Spring. Como sistema gestor de base de datos para el almacenamiento de la información se utilizó PostgreSQL 16.

- **Frontend:** Para la interfaz de usuario y las interacciones en el frontend, se utilizó Angular, un framework robusto y escalable. El desarrollo del frontend realizó en el IDE Visual Studio Code, reconocido por amplio soporte para tecnologías web modernas.

3.5.3.1. Pruebas de rendimiento.

Las pruebas de rendimiento se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar la velocidad de funcionamiento de un sistema específico bajo una carga de trabajo determinada [38]. Para este caso, se realizaron pruebas de las diferentes funcionalidades del sistema web utilizando la herramienta JMeter, ya que juega un papel importante en las pruebas de rendimiento de aplicaciones web debido a su código abierto, su interfaz Java 100% pura y sus características de operación simples [39].

Se realizaron dos tipos de análisis de rendimiento: uno para el módulo del docente y otro para el módulo del estudiante. Cada funcionalidad del sistema web se evalúa detalladamente. Se tienen en cuenta las siguientes métricas:

- Tiempo de respuesta promedio (Media)
- Porcentaje de error (% Error)
- Rendimiento

En el módulo del docente se evaluaron las siguientes funcionalidades: iniciar sesión, agregar asignatura, crear cuestionario y agregar preguntas. En el módulo del estudiante se probaron las siguientes funcionalidades: iniciar sesión, resolver un cuestionario, generar organizador gráfico y revisar recomendaciones.

3.5.3.2. Pruebas de aceptación.

Las pruebas de aceptación de software cumplen un papel fundamental a la hora de mejorar la calidad del sistema web [40]. Esta fase de prueba se basó al marco propuesto por Al-Hurmuzi et al. [41], que consiste en una prueba de aceptación del usuario (UAT) que tiene como finalidad validar que la solución dada funciona para el usuario final. Este marco de prueba está dividido en tres fases.

- **Planificación:** En esta fase, se definen los usuarios que participarán en la prueba de aceptación. Además, se detallan los requisitos a probar durante el testeo del sistema web. Esta información se describe en una tabla de requisitos que permite identificar y detallar cada requerimiento (**Ver anexo 3**).
- **Ejecución:** Se realiza la prueba de aceptación con cada usuario, donde el evalúa cada funcionalidad del sistema web con el fin de verificar si cumple o no con el requerimiento descrito en la plantilla “Tabla de requisitos”. A su vez se le proporciona una plantilla adicional (**Ver anexo 4**) que permite documentar los detalles y resultados de cada caso de prueba.
- **Retroalimentación:** Consiste en verificar los resultados obtenidos en cada prueba. En caso de que surja algún inconveniente en alguno de los requerimientos evaluados, se deben tener en cuenta los comentarios proporcionados por el usuario para realizar las mejoras necesarias en el momento oportuno.

3.5.4. Evaluación de usabilidad

La evaluación de usabilidad se llevó a cabo con el objetivo de detectar problemas o inconvenientes durante el proceso de interacción del usuario con el sistema [32]. La evaluación del sistema se realizó a través de un proceso de pruebas con usuarios. Dichos participantes fueron estudiantes y profesores. Ambos roles pertenecieron a distinta especialidad de estudio.

Esta fase implicó algunos procesos necesarios para culminar con éxito la evaluación del sistema, los cuales fueron:

3.5.4.1. Reclutamiento de participantes.

Para la fase de reclutamiento de participantes, se tuvo que enviar invitaciones a personas que cumplieran con el perfil adecuado, es decir, estudiantes y docentes, para que pudieran evaluar el respectivo módulo. Se realizaron dos tipos de pruebas, las cuales se detallan a continuación:

Evaluación preliminar (Prueba piloto)

Para la primera evaluación considerada como prueba piloto se tuvo como objetivo identificar problemas de usabilidad. Para ello, tomando en cuenta los criterios de Nielsen [42] se afirma que 5 usuarios es suficiente para encontrar la información necesaria sobre problemas de

usabilidad. Es por eso por lo que se utilizó 6 participantes entre profesores y estudiantes. Una vez realizada las evaluaciones, se procedió a realizar las mejoras respectivas en base a las observaciones de los participantes para realizar la evaluación final de usabilidad.

Evaluación final

Una vez implementadas las mejoras de usabilidad, se llevó a cabo una evaluación final de usabilidad con el fin de medir el grado de usabilidad del sistema web, es decir que tan buena es la experiencia del usuario durante la interacción con el sistema web. Para la obtención de datos cuantitativos, se reunieron con 20 participantes (15 estudiantes y 5 profesores). Ya que es un número ideal para evaluaciones cuantitativas, tal como lo menciona la autora Jean E. Fox [43], entre 20 a 30 participantes es el rango adecuado para hacer comparaciones estadísticas o medidas cuantitativas en evaluaciones de usabilidad.

3.5.4.2. Setup.

Ambas evaluaciones (prueba piloto-prueba final) pudieron llevarse a cabo tanto en modalidad virtual como presencial. La modalidad dependió de la disposición del participante. Cada evaluación se realizó con dos personas (participante-moderador); es decir, estas evaluaciones fueron supervisadas en tiempo real. Antes de comenzar la evaluación, en el caso de haber realizado la sesión virtual, el participante tuvo que compartir su pantalla mientras realizaba las tareas que se le dieron al iniciar la reunión virtual, para que pudiera interactuar con todas las funcionalidades de su respectivo módulo del sistema web EduGeniusAI. Con respecto al tiempo, ambas pruebas tuvieron una duración máxima de 15 minutos por usuario. Por otro lado, si el participante deseaba realizar la evaluación de forma presencial, se debió definir el lugar donde se llevaría a cabo el encuentro y contar con una computadora para realizar la evaluación del sistema web.

3.5.4.3. Técnicas IPO.

Para las evaluaciones de usabilidad se utilizaron dos tipos de técnicas que permitieron recopilar información necesaria para el estudio. Dichas técnicas fueron: Información Post-Test y

Cuestionarios SUS. Adicionalmente, se consultó sobre aspectos demográficos a los participantes, tales como el curso en que se encontraban o el área de estudios (docentes).

Información Post-Test

Se utilizó la técnica de Información Post-Test, que consistía en recopilar información por parte del participante una vez que hubiera realizado la evaluación de usabilidad del sistema web. Para ello, se le proporcionó un cuestionario con varias preguntas abiertas. En el anexo 5, se pudo observar un formato de cómo sería el documento que se entregaría al participante en su debido momento.

Una vez recopilada la información Post-Test de cada uno de los participantes, se procedió a visualizar los resultados a través de una tabla general; es decir, esta tabla contenía cada una de las preguntas y un resumen de los comentarios de cada participante con respecto a la experiencia obtenida durante la interacción con el sistema web. En la Figura 7, se pudo visualizar el diseño de la tabla.

Figura 7

Formato de la tabla de Resultados de la Técnica Post-Test

Pregunta	Comentarios.
¿Cuáles son los principales problemas que encontraste en el sistema web?	

Nota. La figura representa el modelo de la tabla que se utilizará para detallar los comentarios obtenidos por cada uno de los participantes. Dicha tabla está compuesta por dos columnas, donde en la primera columna se mostrarán las preguntas realizadas y en la otra columna un resumen de las observaciones dadas.

Cuestionario SUS

La herramienta elegida para evaluar la usabilidad del sistema web es el System Usability Scale (SUS), que es un cuestionario estandarizado ampliamente utilizado para evaluar la usabilidad percibida de la tecnología [44]. Dicho cuestionario proporciona un valor numérico que indica el nivel de usabilidad de un software. Este cuestionario está compuesto por 10 afirmaciones que fueron calificadas por cada participante a través de una escala de Likert; es decir, el participante debe puntuar cada afirmación con un valor del 1 al 5, donde cada número tiene el siguiente significado:

- 1: Totalmente en desacuerdo
- 2: En desacuerdo
- 3: Neutral
- 4: De acuerdo
- 5: Totalmente de acuerdo

Las afirmaciones que forman parte del cuestionario SUS son las siguientes:

- 1. Pienso que me gustaría utilizar este producto con frecuencia.
- 2. Encontré el producto innecesariamente complejo.
- 3. Me pareció que el producto era fácil de usar.
- 4. Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona técnica para poder utilizar este producto.
- 5. Me pareció que las diversas funciones de este producto están bien integradas.
- 6. Me pareció que había demasiada inconsistencia en este producto.
- 7. Me imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar este producto muy rápidamente.
- 8. Me pareció que el producto es muy complicado de usar.
- 9. Me sentí con mucha confianza al usar el producto.
- 10. Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera comenzar a utilizar este producto.

3.6. Instrumentos de investigación

Para el actual proyecto de investigación, los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Encuestas en línea utilizando Google Formularios.
- Entrevistas.
- Plantilla de información Post-Test.
- Cuestionario Sistema de Escalas de Usabilidad (SUS).

3.7. Tratamiento de los datos

Para el tratamiento de los datos obtenidos en las encuestas, tanto para comprender el contexto actual de las actividades educativas como para evaluar la usabilidad, se utilizó la opción de reportes ofrecida por los formularios de Google basándonos en las respuestas obtenidas. Además, se empleó la herramienta ofimática Microsoft Excel para realizar el cálculo correspondiente del cuestionario SUS, permitiéndonos obtener el grado de usabilidad del sistema web EduGeniusAI.

3.8. Recursos humanos y materiales

Se detallan a continuación los recursos humanos y materiales utilizados para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de investigación.

Recursos Humanos

El proyecto de investigación fue realizado por el Sr. Mera Carbo Lister Leonardo, estudiante de la carrera de Ingeniería en Software, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, bajo la supervisión de la Ing. Nancy Rodriguez.

Recursos materiales

En la Tabla 3, se enlista los recursos materiales utilizados para la elaboración del proyecto de investigación con una breve descripción.

Tabla 3*Recursos Materiales utilizados en el proyecto de investigación*

Material	Descripción
	Acer Aspire -A515-51G.
Computador portátil	Intel(R) Core (TM) i7-8550U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz. 12 GB de RAM.
	Sistema operativo Windows Pro-11.
Visual Studio Code	Version 1.88.1
IntelliJ IDEA	Versión 2023.3.6 (Ultimate Edition) – Licencia Estudiantil
GitHub Desktop	Versión 3.3.12
Mendeley Desktop	Versión 2.111.0
Google Chrome	Versión 124.0.6367.60
PgAdmin4	Version 8.2
Postman	Versión 10.24.16

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Selección de modelos de inteligencia artificial

Se utilizó la metodología de investigación Systematic Mapping Studies para buscar diferentes trabajos o artículos científicos similares que utilicen modelos de IA, para así poder identificar cada uno de ellos y definir el modelo que se utilizó para este trabajo. Esta búsqueda sistemática se realizó a finales de mes de diciembre del 2023.

Una vez ejecutada la búsqueda, se obtuvo un total de 56 artículos en las diferentes bases de datos (IEEE Xplore, ACM, Web Of Science, Airxv, Scopus). Luego, después de excluir los artículos duplicados, el número de artículos se redujo a 46. Posteriormente se realizó una selección de estudios aplicando los criterios de inclusión y exclusión al título y resumen de cada uno de estos 46 estudios. Tomando en cuenta estos criterios de selección, el número total de artículos fue de 13 artículos preseleccionados. Posterior a eso, se hizo una lectura completa de cada uno de los estudios aplicando los criterios para seleccionar los trabajos primarios, dando como resultado 7 artículos que cumplen con los criterios de inclusión. En la Tabla 4, se puede visualizar los resultados obtenidos de forma detallada en cada una de las bases de datos bibliográficas.

Tabla 4

Número de estudios primarios_Iera Revision

Base de datos	Estudios encontrados	Estudios Preseleccionados	Estudios primarios
Scopus	15	2	2
IEEE Xplore	4	2	1
ACM	7	1	0
Web Of Science	10	1	1
Airxv	20	7	3
Total	56	13	7

En la Tabla 5, se pueden observar los nombres de los estudios primarios, junto con el objetivo y los modelos de inteligencia artificial utilizados en cada uno de los trabajos revisados.

Tabla 5

Estudios Primarios_ 1era revisión

Titulo	Objetivo	Modelos IA usados
Automatic Generation of Cloze Items for Repeated Testing to Improve Reading Comprehension [45].	Mejorar la comprensión lectora a través de pruebas de cloze generadas automáticamente.	- Modelo BERT - Aprendizaje automático TextRank
Automatic Generation of Multiple-choice Cloze-test Questions for Lao Language Learning [46].	Proponer un marco y un conjunto de estrategias de generación de distractores para la generación de preguntas de examen de opción múltiple cerrada para idiomas de bajo recurso como el lao.	- Modelo BERT
Automatic computer science domain multiple-choice questions generation based on informative sentences [47].	Desarrollar un sistema para generar preguntas de opción múltiple (MCQs) en el ámbito de la informática.	- Modelo BERT - Algoritmo K-Means
Automatic Generation of Multiple-Choice Questions [48].	Desarrollar métodos para la generación automática de preguntas de opción múltiple (MCQs) para evaluar la comprensión de lectura.	- Modelo Transformer T5
From Human Days to Machine Seconds: Automatically Answering and Generating Machine	Evaluar y comparar la capacidad de modelos de lenguaje avanzados para resolver y generar preguntas de exámenes finales de aprendizaje automático.	- GPT-3, - Codex - OPT

Learning Final Exams			
[49].			
BERT-based distractor generation for Swedish reading comprehension questions using a small-scale dataset [50].	Desarrollar un método basado en BERT para generar distractores (opciones de respuesta incorrectas) en preguntas de comprensión lectora en sueco, utilizando un conjunto de datos de pequeña escala.	Modelo BERT	
AI-based learning content generation and learning pathway augmentation to increase learner engagement [51].	Generar de forma automática contenido de aprendizaje y rutas de aprendizaje utilizando técnicas de inteligencia artificial.	GPT-2	

Adicionalmente, se efectuó una nueva búsqueda en cada una de las bases de datos utilizadas en la primera revisión sistemática, tomando en cuenta los meses que lleva el presente año. En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de estos últimos cuatro meses, donde se obtuvieron un total de 32 artículos, de los cuales quedaron 5 estudios preseleccionados. Luego, se realizó la lectura de cada uno de los estudios, donde finalmente se obtuvieron 4 estudios primarios.

Tabla 6

Número de estudios primarios_2da Revisión

Base de datos	Estudios encontrados	Estudios Preseleccionados	Estudios primarios
Scopus	6	2	1
IEEE Xplore	3	1	1
ACM	12	1	1
Web Of Science	3	0	0
Airxv	8	1	1
Total	32	5	4

En la Tabla 7 se muestra una breve descripción de los estudios primarios encontrados en la segunda revisión sistemática, luego de haber realizado la lectura completa de cada uno de los artículos preseleccionados.

Tabla 7*Estudios Primarios_2da revisión*

Titulo	Objetivo	Modelos IA usados
A Comparative Study of AI-Generated (GPT-4) and Human-crafted MCQs in Programming Education [52].	Se enfoca en el uso de modelos de lenguaje grande (LLMs) para generar preguntas de opción múltiple (MCQs) en el contexto de la educación en programación.	- GPT-4
Student-AI Question Cocreation for Enhancing Reading Comprehension [52].	presenta un estudio sobre la creación de preguntas entre estudiantes y una herramienta de inteligencia artificial (AI) llamada CoAsker para mejorar la comprensión lectora.	Modelo T5-PEGASUS
Automated Generation of Multiple-Choice Cloze Questions for Assessing English Vocabulary Using GPT-turbo 3.5 [53].	detalla un método automatizado para generar preguntas de opción múltiple tipo cloze para evaluar el vocabulario en inglés, utilizando modelos de lenguaje grande (LLMs)	- GPT-Turbo 3.5
Automatic Generation of Multiple-Choice Questions for CS0 and CS1 Curricula Using Large Language Models [54].	Presenta un enfoque para generar automáticamente preguntas de opción múltiple (MCQ) para cursos introductorios de ciencias de la computación	- GPT 3.5

Después de analizar los estudios primarios, se observa que varios modelos de inteligencia artificial como BERT, META AI, KB, T5, GPT, están siendo utilizados únicamente para la generación de preguntas de opción múltiple y recursos educativos. A pesar de haber utilizado

varios términos en la cadena de búsqueda, no se encontraron trabajos relacionados a la propuesta de este trabajo de investigación. El modelo BERT es frecuente en estas tareas, valorado por su adaptabilidad a tareas específicas.

Además, se realizó una comparación con los modelos de inteligencia artificial generativa GPT-4, GEMINI y Perplexity. En la Tabla 8 se muestra una comparativa basada en varios aspectos, tales como el costo de uso y la comprensión del Lenguaje Multitarea Masivo, etc.

Tabla 8

Cuadro comparativo de modelos de IA generativas

Características	GPT-4	GEMINI	Perplexity
Multimodal	Acepta entradas de varias imágenes a la vez, texto y archivos, y emite salidas de texto.	Acepta entradas de una sola imagen a la vez y voz, y emite salidas de texto.	Acepta entradas de imágenes y archivos, y emite salidas de texto.
Coste de uso	Entrada: \$0,03 por cada 1000 tokens - Salida: \$0,06 por cada 1000 tokens	Gratuita para uso básico - Pago por uso (Entrada: \$0,00025 por cada 1000 caracteres - Salida: \$0,0005 por cada 1000 caracteres)	Suscripción al Plan Perplexity Pro: \$5 de crédito gratis cada mes (\$0,60 por cada millón de tokens)
MMLU	89,8%	90%	No especificado
Idiomas	85 idiomas	Más de 40 idiomas	No especificado

Tras las búsquedas sistemática y una comparación entre modelos, se decidió utilizar el modelo GPT-4. A pesar de la escasez de investigaciones específicas sobre su aplicación en el ámbito

educativo, se prefirió GPT-4 debido a su alta capacidad multimodal. Este permite aceptar entradas de varias imágenes simultáneamente, junto con texto y archivos, para generar salidas de texto coherentes y ricas en contexto. Aunque su rendimiento en cuanto al entendimiento del lenguaje multitarea masivo (MMLU) es un 0.20% inferior al de GEMINI, GPT-4 cuenta con un porcentaje sobresaliente del 89.80%, lo cual garantiza la creación de contenidos educativos precisos y de calidad. Además, este modelo tiene la capacidad de comprender y generar texto en 85 idiomas, lo que lo hace versátil para entornos educativos multilingües.

4.2. Diseño de interfaces

El desarrollo de interfaces de usuarios es considerado uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de software. Según Reyes-Flores et al. [55] define la interacción Humano Computadora (IHC) como la disciplina que estudia la interacción entre usuarios y computadoras, y es responsable del diseño, implementación y evaluación de sistemas interactivos.

En esta subsección se presenta el proceso realizado que nos permitió alcanzar el objetivo específico relacionado con el diseño de interfaces de usuario del sistema web en base al proceso de la metodología de Diseño centrado en el usuario.

4.2.1. *Análisis contextual*

Se realizaron encuestas a diversos estudiantes y docentes con el fin de obtener información relevante sobre el contexto actual y las necesidades que se le presentan durante sus actividades de enseñanza y aprendizaje. La encuesta incluyó diferentes preguntas tanto para los estudiantes como para los docentes.

En la parte dirigida a los estudiantes, se llevó a cabo una encuesta con 9 preguntas cerradas a través de un formulario de Google. Para esta actividad se contó con la participación de 15 estudiantes. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de algunas de las preguntas realizadas.

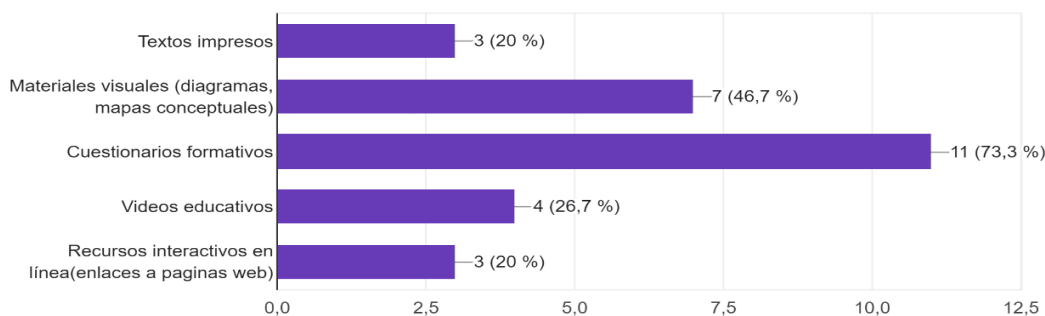
Una de las preguntas realizadas fue conocer qué tipo de materiales prefiere el estudiante para estudiar o prepararse antes de una evaluación. En la Figura 8 se grafica el resultado obtenido en esta pregunta.

Figura 8

Preferencias de Materiales de Estudio de los Estudiantes

¿Qué tipo de materiales prefieres utilizar al estudiar para evaluaciones?

15 respuestas



Nota. El gráfico estadístico muestra que el 73.3% de los estudiantes prefieren utilizar los cuestionarios formativos para estudiar para las evaluaciones sumativas seguido de materiales visuales con un 46.7%.

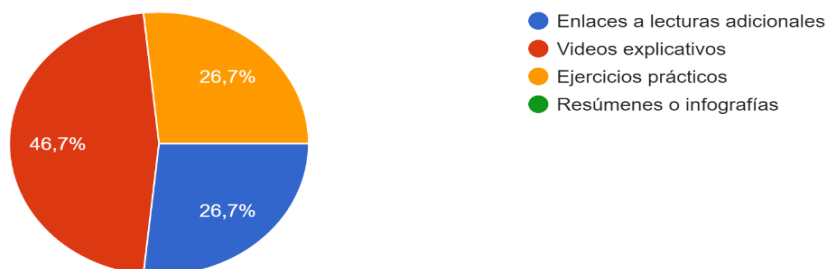
También se les preguntó a los estudiantes cuál preferencia de retroalimentación desearían tener luego de realizar un cuestionario con el fin de reforzar sus conocimientos en un determinado tema. En la Figura 9 se muestra el resultado obtenido.

Figura 9

Preferencias de Recursos Post-Cuestionario de los Estudiantes

Después de completar un cuestionario, ¿cómo prefieres recibir recursos para reforzar los temas en los que necesitas mejorar?

15 respuestas



Nota. El gráfico muestra las preferencias de los estudiantes en cuanto a los recursos que desean recibir para reforzar temas después de completar un cuestionario. Casi la mitad, el 46.7%,

prefiere ejercicios prácticos, mientras que el 26.7% opta por videos explicativos y otro 26.7% por enlaces a lecturas adicionales.

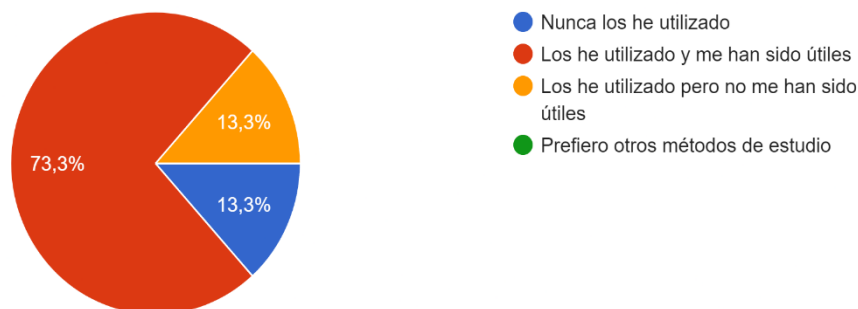
Otra pregunta que se realizó tuvo que ver con la importancia de los organizadores gráficos y cuestionarios en línea a la hora de estudiar un tema en específico. Dicho resultado se puede visualizar en la Figura 10.

Figura 10

Experiencia de los Estudiantes con Organizadores Gráficos y Cuestionarios virtuales

¿Has utilizado organizadores gráficos o cuestionarios en línea para estudiar? Si es así, ¿cómo ha sido tu experiencia?

15 respuestas



Nota. La mayoría de los estudiantes, un 73.3%, ha utilizado organizadores gráficos o cuestionarios en línea y los ha encontrado útiles para estudiar.

Los resultados de las demás preguntas restantes de la encuesta realizada a los estudiantes se pueden visualizar en el **Anexo 5**.

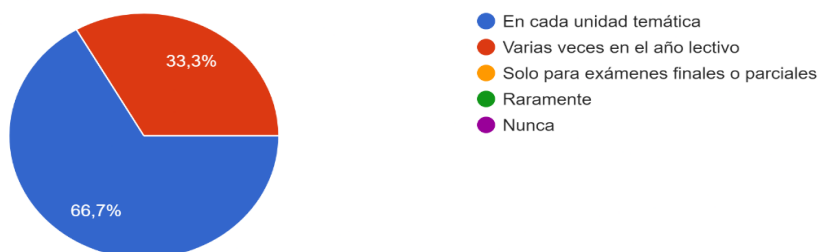
Además, se llevó a cabo una encuesta dirigida a los docentes, realizada de manera similar a la de los estudiantes. Participaron 6 profesores, quienes respondieron a 10 preguntas cerradas. El objetivo fue comprender mejor el contexto actual de la enseñanza. A continuación, se muestra el resultado de algunas de las preguntas realizadas en dicha encuesta. Las demás preguntas podrán ser visualizadas en el **Anexo 6**.

Una de las principales preguntas de la encuesta era saber con qué frecuencia los docentes crean cuestionarios de opción múltiple para evaluar el conocimiento de sus estudiantes. El resultado de esta pregunta se puede observar en la Figura 11.

Figura 11

Frecuencia de Creación de Cuestionarios de Opción Múltiple por los Docentes

¿Con qué frecuencia creas cuestionarios de opción múltiple para tus evaluaciones?
6 respuestas



Nota. El gráfico ilustra que la mayoría de los docentes, un 66.7%, crea cuestionarios de opción múltiple en cada unidad temática. Un 33.3% los elabora varias veces en el año lectivo.

A su vez, también se preguntó por el proceso que comúnmente utilizan los docentes para compartir recursos educativos con sus estudiantes, dando como resultado lo que se puede visualizar en la Figura 12.

Figura 12

Métodos de Compartir Recursos Educativos por Docentes

¿Cómo compartes actualmente los recursos educativos con tus estudiantes?
6 respuestas



Nota. La gráfica muestra que el 50% de los docentes regularmente comparten recursos educativos con sus estudiantes a través del correo electrónico. Otra herramienta utilizada es mediante las redes sociales o mensajería instantánea, con un 33.3%.

De igual forma, se realizó una pregunta relacionada con los recursos educativos, donde se menciona qué funcionalidad considera importante el docente que tenga una herramienta para compartir recursos con los estudiantes. En la Figura 13 se visualiza el resultado.

Figura 13

Funcionalidades Clave para Compartir Recursos Educativos

¿Qué funcionalidades consideras importantes en una herramienta para compartir recursos con los estudiantes?

6 respuestas



Nota. Este gráfico refleja que la mayoría de los docentes, un 83.3%, valora principalmente la facilidad para subir y organizar archivos en una herramienta para compartir recursos con los estudiantes.

Con respecto a la creación de cuestionarios, se realizó otra pregunta que tiene que ver con la generación de preguntas de opción múltiple de forma automática, donde se pregunta qué tan valiosa sería esta funcionalidad, dando como resultado lo que se ve en la Figura 14.

Figura 14

Valoración de la Generación Automática de Preguntas de Opción Múltiple

¿Qué tan valiosa sería para ti la capacidad de generar automáticamente preguntas de opción múltiple para tus evaluaciones?

6 respuestas



Nota. El gráfico destaca que el 100% de los docentes encuestados considera extremadamente valiosa la capacidad de generar automáticamente preguntas de opción múltiple para sus evaluaciones.

4.2.2. Definición de requisitos

Una vez realizada la encuesta, se procedió a llevar a cabo el análisis y la definición de requisitos, en los cuales contamos con la participación de estudiantes y docentes que nos ayudaron a definir las funcionalidades del sistema web, basándonos en los resultados obtenidos en cada una de las encuestas realizadas. Esta actividad se consideró como una entrevista, con el objetivo de conocer su punto de vista en función de su experiencia y las necesidades presentadas en el ámbito educativo. La entrevista es una técnica útil en un escenario específico, cuando un cliente o vendedor posee conocimientos básicos de su dominio comercial y está seguro de la información que necesita del cliente [56].

Durante estas entrevistas, se presentó la propuesta a desarrollar y, basándonos en su experiencia y en los resultados de las encuestas, se definieron los requisitos que el sistema debe cumplir para satisfacer las expectativas de los usuarios. Como se mencionó anteriormente, el sistema contó con dos tipos de roles (docente y estudiante), cada uno de los cuales tuvo diferentes funcionalidades.

A continuación, se detallan los requerimientos definidos en las entrevistas para ser implementados en el sistema web. En las siguientes Tablas 9-10-11 se observan los requerimientos relacionados al módulo del docente.

Tabla 9

Requerimiento_Registrar asignaturas

Requerimiento Nro.	1	Nombre:	Registrar asignaturas
Descripción:			
Se debe permitir a los docentes registrar las asignaturas que impartan en cada año lectivo, proporcionando detalles relevantes sobre cada asignatura, que incluyan el nombre y una descripción de la materia. Además, se debe generar un código de acceso para que el docente pueda proporcionar ese código al estudiante y este pueda registrarse y acceder al contenido de la asignatura (cuestionarios y recursos).			
Prioridad del requerimiento:	Alta		

Tabla 10*Requerimiento_Crear Cuestionarios*

Requerimiento Nro.	2	Nombre:	Crear Cuestionarios
Descripción:			
El sistema web debe contar con la opción de crear cuestionarios con preguntas de opción múltiple de forma automática, sin necesidad de que el docente tenga que escribir cada pregunta manualmente. Se debe especificar claramente el tema para que la generación de cada pregunta esté relacionada con el tema en cuestión. Además, debe ofrecer la opción de modificar la pregunta generada en caso de que el docente desee agregar o eliminar texto en las preguntas.			
Prioridad del requerimiento:		Alta	

Tabla 11*Requerimiento_Subir Materiales educativos*

Requerimiento Nro.	3	Nombre:	Subir recursos educativos
Descripción:			
El sistema web debe contar con la opción de permitir a los docentes subir y compartir recursos con los estudiantes, como videos, documentos, imágenes, etc., con el objetivo de reforzar sus conocimientos mediante materiales adicionales.			
Prioridad del requerimiento:		Media	

De igual forma, a través de las encuestas a estudiantes, pudimos obtener un conocimiento del contexto actual en sus actividades de aprendizaje. Esto nos proporcionó información valiosa que nos ayudó a definir los requerimientos para el módulo del estudiante, los cuales se describen en las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16. Estos requerimientos fueron fundamentales para diseñar y desarrollar un módulo que se adapte como apoyo a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 12*Requerimiento_Generar Organizadores gráficos*

Requerimiento Nro.	4	Nombre:	Generar Organizadores gráficos
Descripción:			
El sistema web debe permitir a los estudiantes crear organizadores gráficos de forma automática una vez que el estudiante haya especificado los detalles correspondientes para su generación. El usuario debe ingresar el tema y la asignatura a la que esté relacionado el tema para generar el contenido.			
Prioridad del requerimiento: Alta			

Tabla 13:*Requerimiento_Acceder a una asignatura*

Requerimiento Nro.	5	Nombre:	Acceder a una asignatura
Descripción:			
El sistema web debe permitir a los estudiantes registrarse en una o varias asignaturas, donde deben ingresar un código de acceso proporcionado por el docente y verificar si el código es válido. Si es correcto, se mostrará la respectiva asignatura con todo el contenido correspondiente.			
Prioridad del requerimiento: Alta			

Tabla 14*Requerimiento_Acceder a recursos compartidos*

Requerimiento Nro.	6	Nombre:	Acceder a recursos compartidos por el docente
Descripción:			
Debe permitir que el estudiante pueda acceder en cualquier momento a la revisión de recursos educativos compartidos por los docentes, con el fin de reforzar sus conocimientos en una asignatura específica.			
Prioridad del requerimiento: Media			

Tabla 15*Requerimiento_Realizar cuestionarios*

Requerimiento Nro.	7	Nombre:	Realizar cuestionarios
Descripción:			
El sistema web debe listar los cuestionarios habilitados por los docentes para que los estudiantes puedan acceder a ellos y responder el cuestionario de su interés, con el fin de evaluar sus conocimientos. Estos cuestionarios funcionan como entrenamiento para medir su capacidad académica. Además, no debe haber un límite de intentos para los cuestionarios.			
Prioridad del requerimiento:	Alta		

Tabla 16*Requerimiento_Generar recursos didácticos*

Requerimiento Nro.	8	Nombre:	Generar recursos didácticos
Descripción:			
Una vez que el estudiante haya completado un cuestionario, el sistema web debe ofrecer la opción de recomendarle recursos adicionales relacionados con las preguntas en las que haya fallado. Debe proporcionarle videos y enlaces a información relevante para reforzar sus debilidades en esos temas.			
Prioridad del requerimiento:	Alta		

Estos son los requerimientos principales definidos en base a la entrevista y encuestas realizadas a docentes y estudiantes, sin tomar en cuenta otros requerimientos como el registro de usuarios y el inicio de sesión.

Casos de usos expandidos

Antes de diseñar las interfaces de usuarios, se optó por desarrollar casos de usos expandido para cada una de las funcionalidades del sistema. Los casos de uso son herramientas empleadas en la ingeniería de software o sistemas para capturar como los actores interactúan con un sistema [57].

En las Tablas de la 17 a la 26, se visualizan los casos de uso expandidos de cada uno de los requerimientos del sistema, en donde se describe la interacción que tendrá el actor con el sistema.

Tabla 17

CU-01_Registrar Usuario

Caso de uso	Registrar usuario
Actores	Estudiante - Docente
Descripción	Este caso de uso permite a los usuarios (estudiante o docente) crear una nueva cuenta en el sistema proporcionando información personal y seleccionando un rol.
Precondición	El usuario no debe tener una cuenta existente en el sistema.
Postcondición	La cuenta del usuario se crea y se almacena en el sistema.
Flujo normal de eventos	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción “Registrarse” para crear una nueva cuenta.	1.1.El sistema muestra un formulario de registro.
2. Ingresa nombre de usuario único y contraseña.	
3. Completa los campos de nombres, apellidos, correo electrónico, contacto y numero de identidad.	
4. Selecciona el rol (docente o estudiante).	
5. Da clic en registrar.	5.1.Verifica la unicidad del nombre de usuario. 5.2. Verifica la entrada de los datos restantes.
	6. Crea una nueva cuenta en la base de datos con la información proporcionada y asigna el rol seleccionado.
Flujos alternos	
1.1. Si el nombre de usuario ya está en uso, el sistema le pedirá un usuario diferente.	
1.2. Si hay campos obligatorios sin completar o con información inválida, el sistema muestra mensajes de error y solicita la corrección de los datos.	
1. Si la selección del rol no se realiza, el sistema no permite que el formulario se envíe hasta que se complete esta acción.	

Tabla 18*CU-02_Iniciar sesión*

Caso de uso	Iniciar sesión
Actores	Estudiante - Docente
Descripción	Este caso de uso permite a los usuarios (estudiantes o docentes) ingresar al sistema proporcionando sus credenciales de inicio de sesión.
Precondición	El usuario debe tener una cuenta registrada en el sistema.
Postcondición	El usuario accede al sistema con éxito y se le redirige a su área correspondiente (panel de estudiante o panel de docente).

Flujo normal de eventos

Actor	Sistema
1. El usuario accede a la URL del sistema web EduGeniusAI.	1.1.El sistema muestra la página de inicio de sesión con el formulario correspondiente.
2. Ingresa el nombre de usuario y contraseña respectiva.	3.1.Valida las credenciales ingresadas por el usuario comparándolas con las almacenadas en la base de datos.
3. Da clic en Entrar.	3.2. Si las credenciales ingresadas son correctas, permite el acceso del actor.
	3.3.Redirige al actor a su área correspondiente (dashboard de estudiante o dashboard de docente).

Flujos alternos

3.2. Si las credenciales ingresadas son incorrectas, el sistema muestra un mensaje de error y permite al actor volver a intentar ingresar sus credenciales.

Tabla 19*CU-03_Agregar asignatura*

Caso de uso	Agregar Asignatura		
Actores	Docente		
Descripción	El docente agrega una nueva asignatura al sistema ingresando los datos correspondientes. Al registrar una asignatura, el docente podrá crear cuestionarios relacionado a dicha asignatura.		
Precondición	El docente ha iniciado sesión en el sistema.		
Postcondición	La asignatura se ha registrado en la base de datos correctamente.		
Flujo normal de eventos			
	Actor	Sistema	
1.	Selecciona la opción "Mis Asignaturas".	1.1. Se muestra una interfaz donde se visualiza las asignaturas que el docente haya registrado con una opción de agregar nueva asignatura.	
2.	El docente da clic en "Nueva Asignatura".	2.1. Muestra el formulario para registrar una nueva asignatura.	
3.	Rellena el formulario con el nombre, descripción de la materia y genera el código de acceso.		
4.	Da clic en Guardar.	4.1. Verifica el ingreso de los datos.	
		4.2. Registra la asignatura y muestra confirmación.	
Flujos alternos			
4.1	Si falta información, el sistema indica los campos incompletos al docente.		

Tabla 20*CU-04_Subir materiales educativos*

Caso de uso	Subir materiales educativos
Actores	Docente
Descripción	Permite al docente subir materiales educativos, como documentos, videos y enlaces, a una asignatura específica.
Precondición	El docente ha iniciado sesión en el sistema.
Postcondición	Los materiales educativos están disponibles para los estudiantes de la asignatura específica.

Flujo normal de eventos

Actor	Sistema
1. Selecciona la opción "Mis Recursos".	1.1.Muestra la interfaz donde se enlista todos los recursos que el docente haya compartido.
2. Da clic en “Subir Recurso Educativo”.	2.1. Muestra un pequeño formulario que permite al docente subir un archivo local.
3. Elige una materia específica y selecciona la opción de seleccionar archivo.	3.1. Se carga una ventana emergente para seleccionar el archivo desde el equipo.
4. Escoge el archivo que desea compartir a los estudiantes.	
5. Da clic en Subir Archivo.	5.1.Verifica el formato del archivo y registra correctamente el archivo en la base de datos.
	6. Muestra una confirmación de que el archivo se ha subido correctamente y está disponibles para los estudiantes.

Flujos alternos

4.1. Si el docente intenta subir un archivo en un formato no soportado o se ha excedido el tamaño, el sistema le mostrará un mensaje de alerta para que suba el archivo correcto.

Tabla 21*CU-05_ Crear Cuestionario*

Caso de uso	Crear cuestionario
Actores	Docente
Descripción	Permite al docente crear cuestionario para una asignatura específica, proporcionando los detalles necesarios y relacionando el cuestionario con la materia correspondiente.
Precondición	El docente ha iniciado sesión en el sistema. El docente debe haber registrado al menos una asignatura. (Ver CU-2)
Postcondición	Se ha creado un cuestionario asociado a la asignatura seleccionada.
Flujo normal de eventos	
Actor	Sistema
1. Selecciona la opción “Mis Cuestionarios”.	1.1. Muestra la respectiva interfaz donde se visualizará todos los cuestionarios creados por el docente.
2. Da clic en “Nuevo Cuestionario”.	2.1. Muestra un formulario para ingresar los datos necesarios para la creación del cuestionario.
3. Completa los campos requeridos como el nombre del cuestionario, la descripción, Puntos máximos, número de preguntas, estado de publicación.	
4. Luego, se selecciona la asignatura que se relacionará con el cuestionario.	
5. Da clic en Guardar.	5.1. Valida la información y registra el cuestionario en la base de datos.
	6. Muestra una confirmación de que el cuestionario se ha creado correctamente y está vinculada a la asignatura seleccionada.
Flujos alternos	
6.1. Si el docente no completa los campos requeridos o proporciona información incorrecta, el sistema muestra mensajes de error y solicita la corrección de los datos.	
5. Si el docente intenta crear una evaluación sin seleccionar una asignatura, el sistema le solicita que elija una antes de continuar.	

Tabla 22**CU-06_ Agregar Preguntas**

Caso de uso	Agregar preguntas a un cuestionario
Actores	Docente
Descripción	Permite al docente agregar preguntas a un cuestionario creado previamente. Las preguntas serán de opción múltiples, las cuales se podrán generar automáticamente cada pregunta y también tiene la posibilidad el docente de modificar el contenido generado.
Precondición	El docente ha iniciado sesión en el sistema. El docente debe haber registrado un cuestionario previamente. (Ver CU-4)
Postcondición	Se ha guardado correctamente la pregunta en el cuestionario seleccionado.

Flujo normal de eventos

Actor	Sistema
1. Selecciona la opción “Mis Cuestionarios”.	1.1. Muestra la respectiva interfaz donde se visualizará todos los cuestionarios creados por el docente a través de una tabla.
2. El docente elige el cuestionario que desea agregar las preguntas y se ubica en la columna Acciones y da clic en la primera opción “Ver preguntas”.	2.1. El sistema mostrará las preguntas ya registradas anteriormente. En el caso de que el cuestionario no tenga preguntas aún, solo le mostrará el botón Agregar Preguntas.
3. Da clic en Agregar Pregunta.	3.1. Se carga el formulario respectivo, donde debe de llenar los campos: contenido de la pregunta, las opciones, y seleccionar la respuesta.
4. El docente podrá generar la pregunta haciendo clic en Generar pregunta.	4.1. El sistema genera la pregunta y muestra la información requerida en cada uno de los campos y selecciona la respuesta correcta.
5. Luego de haber revisado si la pregunta esta correctamente, le da clic en Guardar.	5.1. El sistema verifica que los datos están correctos y guarda la pregunta en la base de datos.
	6. Muestra una confirmación de que la pregunta se ha registrado correctamente y se ha asociado a un cuestionario.

Flujos alternos

5.1. Al momento de generar la pregunta, el sistema verificará que el contenido que se genere sea con el formato correcto, caso contrario, se mostrará una alerta, solicitando que el docente espere unos segundos y vuelva a generar la pregunta.

Tabla 23*CU-07_ Acceder a Nueva Asignatura*

Caso de uso	Acceder a una nueva asignatura
Actores	Estudiante
Descripción	El estudiante podrá acceder a los cuestionarios y recursos proporcionados por el docente una vez que se haya registrado en una asignatura a través de un código de acceso.
Precondición	El estudiante ha iniciado sesión en el sistema.
Postcondición	Se mostrará la asignatura con el respectivo contenido(cuestionarios-recursos).
Flujo normal de eventos	
Actor	Sistema
1. Elige la opción “Mis asignaturas”.	1.1. El sistema muestra la interfaz donde se mostrarán todas las asignaturas en la que el estudiante esta registrado con la opción de Acceso a nueva asignatura.
2. Da clic en “Acceso a Nueva Asignatura”.	2.1. Se muestra un pequeño formulario donde el estudiante debe insertar el código de acceso proporcionado por el docente.
	3.1. El sistema verifica si el código ingresado es pertenece a una asignatura.
3. El estudiante agrega el código de acceso y le da clic en Verificar.	3.2. Muestra un mensaje de código de acceso correcto y automáticamente muestra la asignatura.
Flujos alternos	
3.1. Si el código de acceso no es correcto, el sistema web le mostrará un mensaje de error al estudiante.	

Tabla 24*CU-08_ Responder un Cuestionario*

Caso de uso	Responder un cuestionario	
Actores	Estudiante	
Descripción	El estudiante podrá elegir un cuestionario de su interés publicado por algún docente para evaluar su conocimiento.	
Precondición	El estudiante ha iniciado sesión en el sistema.	
Postcondición	Se mostrará el resultado del cuestionario realizado.	
Flujo normal de eventos		
	Actor	Sistema
1.	Dentro de la sección de “Mis Asignaturas”, donde se muestran las asignaturas que el estudiante se ha registrado, donde debe dar clic en Cuestionarios en la asignatura de su interés.	1.2. El sistema muestra todos los cuestionarios disponibles publicados por los docentes.
4.	Elige el cuestionario de su interés y da clic en Empezar.	2.2. Antes de empezar a realizar el cuestionario, el sistema le muestra instrucciones para tener en cuenta antes de comenzar la prueba.
5.	El estudiante da clic en Comenzar Prueba.	3.1. Se mostrará el cuestionario con las preguntas.
6.	Selecciona la respuesta de cada una de las preguntas según sus conocimientos.	5.1. El sistema muestra el puntaje conseguido y las preguntas en las que ha fallado, mostrando su respuesta y la respuesta correcta. Además, muestra la opción de videos recomendados y una opción de leer más, la cual consiste en una url hacia información relacionada a la pregunta.
7.	Una vez respondida todas las preguntas, el estudiante da clic en Enviar Cuestionario.	6.1. El sistema cargara algunos videos relacionados al tema del cuestionario con el fin de que el estudiante pueda reforzar sus conocimientos acerca del tema del cuestionario.
8.	El estudiante da clic en el botón de Videos recomendados.	6.1. Se muestra en otra pestaña una página web con información relacionada a la pregunta.
9.	El estudiante da clic en Leer más.	
Flujos alternos		
5.1.	Si el estudiante contesta correctamente todas las preguntas, solo se mostrará el puntaje conseguido.	

Tabla 25*CU-09_ Generar organizador gráfico*

Caso de uso	Generar organizador gráfico	
Actores	Estudiante	
Descripción	Permite al estudiante generar dos tipos de organizadores gráficos. Solo deberá ingresar el tema general y la asignatura relacionada. Una vez ingresado los dos datos, el sistema automáticamente generará contenido relacionado al tema y se la mostrará a través de un organizador gráfico.	
Precondición	El estudiante ha iniciado sesión.	
Postcondición	-----	
Flujo normal de eventos		
Actor	Sistema	
1. Selecciona la opción Organizadores Gráficos.	1.1. Se muestre un pequeño formulario, donde se debe ingresar el tema y la asignatura.	
2. El estudiante ingresa los datos requeridos y da clic en Organizador 1 u Organizador 2.	2.1. El sistema muestra un mensaje Cargando mientras se genera el organizador gráfico y luego de unos segundos muestra el organizador gráfico generado.	
3. Visualiza el organizador gráfico con el contenido generado, el cual le servirá para aprender más sobre un tema de su interés proporcionando información sintetizada.		
Flujos alternos		
2.1. Si el contenido que se genera no se carga con el formato correcto, se mostrará una alerta pidiendo que se genere nuevamente el organizador gráfico.		

Tabla 26*CU-10_ Revisar recursos compartidos*

Caso de uso	Revisar recursos compartidos		
Actores	Estudiante		
Descripción	Permite al estudiante descargar los recursos compartidos por los docentes.		
Precondición	El estudiante ha iniciado sesión. El docente deberá compartir recursos educativos (ver CU-3)		
Postcondición	El archivo descargado.		
Flujo normal de eventos			
	Actor	Sistema	
1.	1. Dentro de la sección de “Mis Asignaturas”, donde se muestran las asignaturas que el estudiante se ha registrado, donde debe dar clic en Recursos en la asignatura de su interés.	1.1. Se muestra un listado de todos los recursos compartidos por el docente en esa asignatura.	
2.	Da clic en descargar en el recurso de su interés.	3.1. El sistema descarga el archivo seleccionado.	
3.	El estudiante visualiza el recurso descargado.		
Flujos alternos			
1.1. Si la asignatura no tiene recursos, se mostrará un mensaje dando a conocer que aún no se ha subido recursos en esta asignatura.			

4.2.3. Creación de las interfaces del sistema web

Luego se diseñaron las diferentes interfaces de usuarios para el sistema web siguiendo el proceso de interacción descritos en cada uno de los casos de usos expandidos. A continuación, se muestran las pantallas diseñadas.

Al dirigirse a EduGeniusAI, la página principal mostrará un formulario de inicio de sesión junto con una breve descripción introductoria de las funcionalidades disponibles para el usuario en el sistema web, como se visualiza en la Figura 15.

Figura 15

Pantalla de Inicio de Sesión de EduGeniusAI

Bienvenido a EduGeniusAI

EduGeniusAI es un sistema web que mejora la educación mediante la creación y compartición de cuestionarios y recursos didácticos para docentes, y la posibilidad para los estudiantes de medir su conocimiento, recibir recomendaciones personalizadas de videos y enlaces, así como crear organizadores gráficos. Explore todas las funciones disponibles para mejorar su experiencia educativa

Iniciar Sesión

Nombre de usuario

Contraseña

Entrar

[Olvidé mi contraseña](#)

[¿Sin cuenta? ¡Crear una ahora!](#)

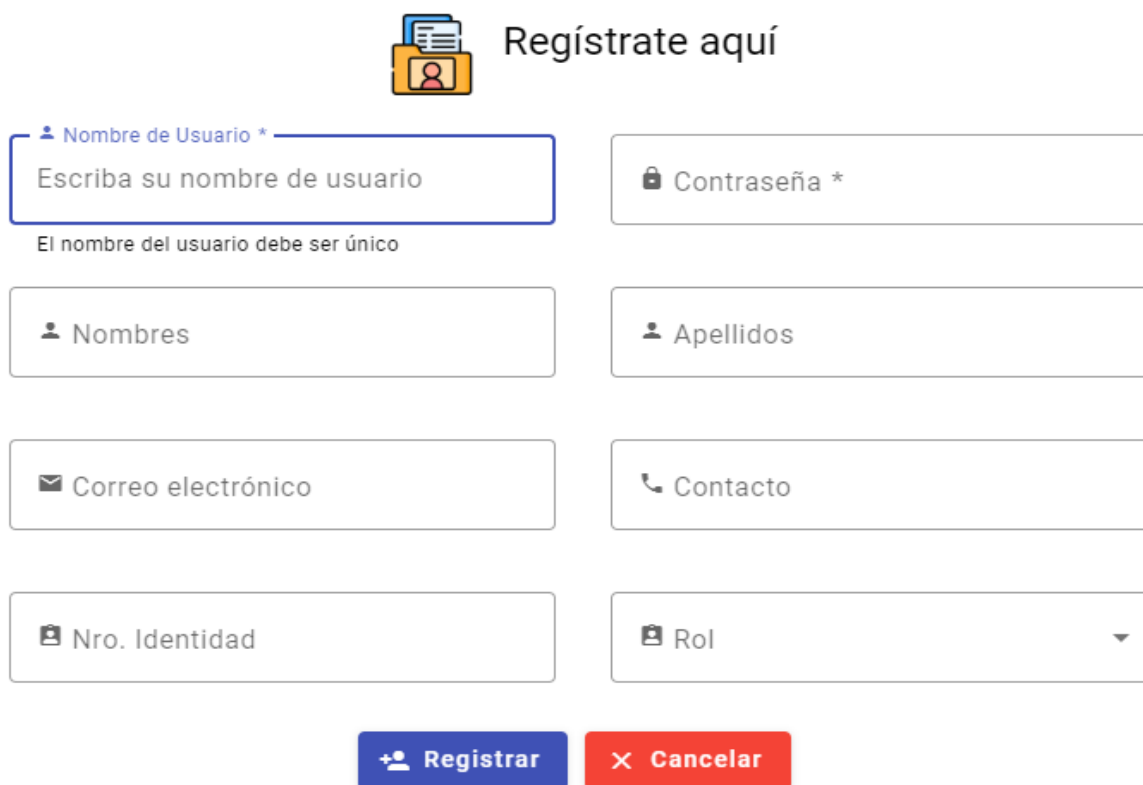
Registrarse

Nota. Esta figura presenta el diseño del formulario para iniciar sesión en el sistema web. Aquí, el usuario debe estar registrado previamente para ingresar su nombre de usuario y contraseña. Este proceso de inicio de sesión es fundamental para acceder a las funciones y recursos del sistema. Además, cuenta con la opción de recupera contraseña, donde el usuario podrá cambiarla en el caso de que se haya olvidado.

Para acceder al sistema web, el usuario debe registrarse previamente en el formulario correspondiente, ingresando sus datos personales, seleccionando su rol (docente o estudiante), y proporcionando un nombre de usuario junto con su contraseña, tal como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Formulario de Registro de Usuario de EduGeniusAI



Regístrate aquí

Nombre de Usuario *
Escriba su nombre de usuario
El nombre del usuario debe ser único

Contraseña *

Nombres

Apellidos

Correo electrónico

Contacto

Nro. Identidad

Rol

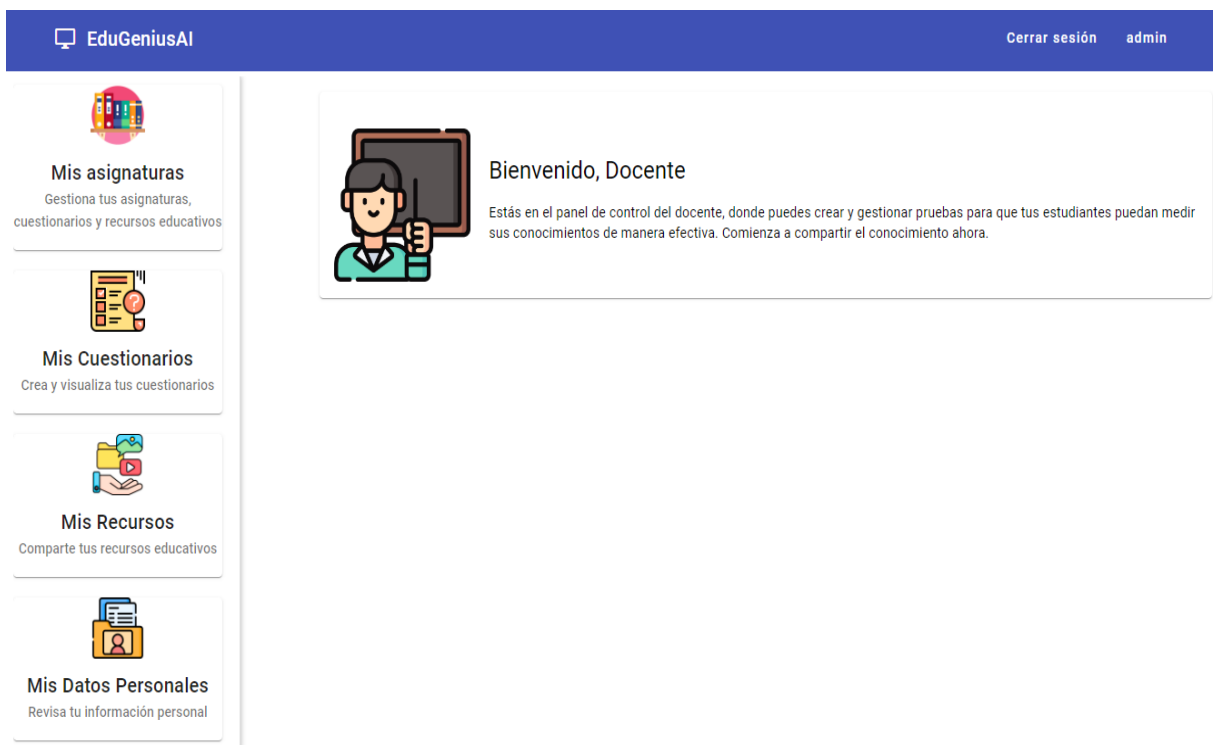
Registrar Cancelar

Nota. Esta imagen muestra un formulario para crear una nueva cuenta de usuario, con espacios para poner el nombre de usuario, nombre completo, correo electrónico, entre otros. Algunos campos son obligatorios y deben llenarse para completar el registro.

En la Figura 17 se visualiza la ventana principal del docente, donde se presentan las diversas opciones que él puede administrar. El docente puede agregar sus asignaturas para luego poder compartir recursos educativos con sus estudiantes. Además, puede crear cuestionarios con preguntas de opción múltiple, las cuales pueden ser generadas automáticamente o creadas manualmente.

Figura 17:

Menú Principal del Módulo del Docente en EduGeniusAI



Nota. La figura muestra el menú de un profesor en el sistema web EduGeniusAI, donde se le presentan diferentes funcionalidades que servirán de apoyo para sus actividades de enseñanza.

En la Figura 18, se visualiza la interfaz para agregar una nueva asignatura, donde el docente debe ingresar el nombre de la asignatura y una breve descripción de esta. Además, debe generar un código de acceso único que deberá compartir con sus estudiantes para que puedan acceder a los recursos educativos y cuestionarios compartidos por el docente. Este registro permitirá al docente crear cuestionarios relacionados con una asignatura específica. De igual forma, al desear subir recursos educativos, el docente deberá elegir una asignatura para relacionar dicho recurso compartido.

Figura 18

Módulo Docente: Formulario de Registro de Asignaturas



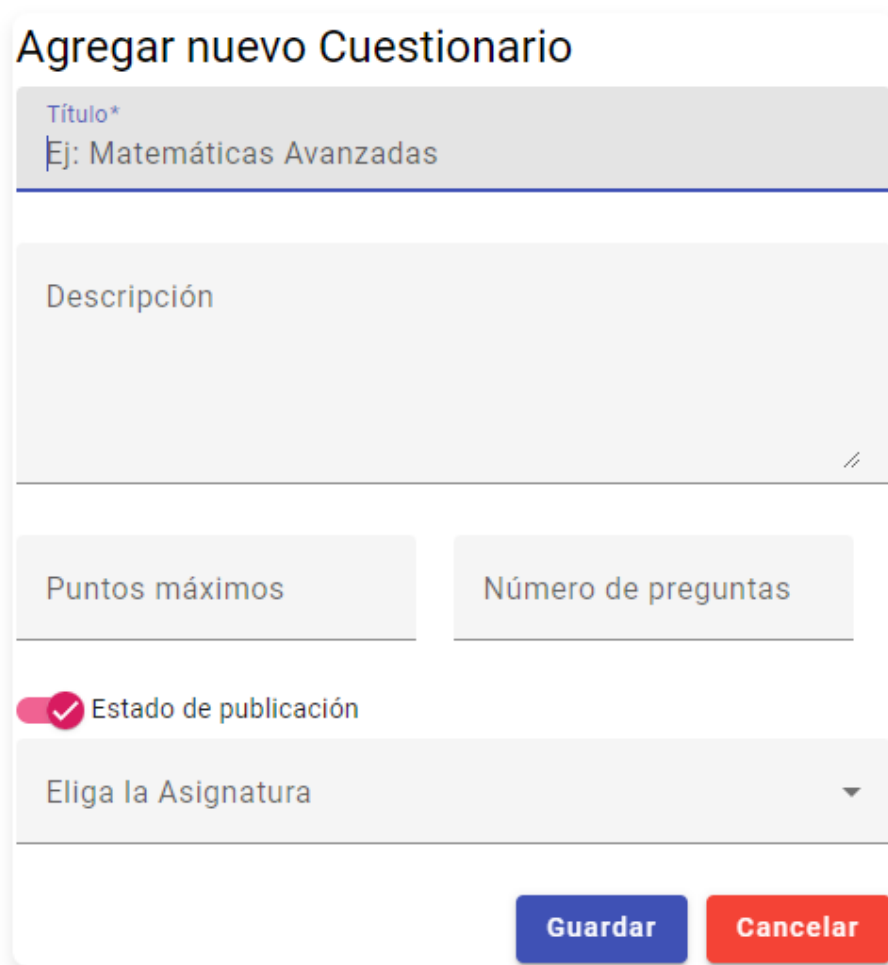
The image shows a web form titled "Nueva Asignatura". It contains several input fields: a text field for "Nombre de la asignatura*" with the example "Ejemplo: Matemáticas", a large text area for "Descripción", a text field for "Código de asignatura", and a text field for "Código único". At the bottom right, there are two buttons: "Guardar" (grey) and "Cancelar" (red).

Nota. La figura muestra el formulario donde el docente podrá ingresar las asignaturas que imparte a sus estudiantes, para luego poder crear cuestionarios y subir recursos adicionales que sirvan de apoyo para el aprendizaje de los estudiantes.

El docente podrá crear cuestionarios ingresando la información necesaria, como el título, la descripción, los puntos máximos, el número de preguntas y seleccionando la categoría que hace referencia a la asignatura relacionada con el cuestionario. El diseño de la interfaz se observa en la Figura 19. Esta funcionalidad ayudará al docente a gestionar sus cuestionarios de manera más organizada, sin temor a la pérdida de información.

Figura 19

Módulo Docente: Formulario para Crear un Nuevo Cuestionario



El formulario, titulado "Agregar nuevo Cuestionario", contiene los siguientes campos:

- Título***: Un campo de texto con el ejemplo "Ej: Matemáticas Avanzadas".
- Descripción**: Un área de texto grande para describir el cuestionario.
- Puntos máximos**: Un campo de texto para especificar el puntaje total.
- Número de preguntas**: Un campo de texto para especificar la cantidad de preguntas.
- Estado de publicación**: Un interruptor (toggle) que está activado, indicado por un icono de checkmark rojo.
- Eliga la Asignatura**: Un menú desplegable para seleccionar la asignatura correspondiente.

En la parte inferior derecha del formulario, hay dos botones: **Guardar** (azul) y **Cancelar** (rojo).

Nota. La figura muestra el formulario donde los docentes pueden preparar nuevos cuestionarios en EduGeniusAI, introduciendo los detalles principales de la prueba.

En la Figura 20, se visualiza el diseño de la interfaz para añadir las preguntas a un cuestionario. El docente podrá crear cada pregunta de forma manual o generarlas automáticamente. Si opta por la opción de generar cada pregunta, tiene la posibilidad de modificar el contenido generado antes de registrarla en el cuestionario seleccionado.

Figura 20

Módulo Docente: Formulario para Añadir Preguntas a un Cuestionario

The screenshot shows the 'Añadir Preguntas a derivadas de 2do grado' (Add Questions to 2nd degree derivatives) form. The interface is in Spanish and includes a sidebar with navigation options: 'Mis asignaturas' (Manage assignments, questionnaires, and educational resources), 'Mis Cuestionarios' (Create and visualize your questionnaires), 'Mis Recursos' (Share your educational resources), and 'Mis Datos Personales' (Review your personal information). The main form area is titled 'Añadir Preguntas a derivadas de 2do grado' and contains the instruction 'Digite los detalles de la nueva pregunta' (Enter the details of the new question). A blue button labeled 'Generar Pregunta' (Generate Question) is located in the top right corner. The form includes a large text area for 'Contenido de la pregunta' (Question content) with the placeholder 'Escribe aquí' (Write here). Below this are four input fields for 'Opción 1', 'Opción 2', 'Opción 3', and 'Opción 4'. At the bottom, there is a dropdown menu for 'Seleccionar respuesta' (Select answer) and two green buttons: 'Guardar' (Save) and 'Regresar' (Return).

Nota. La figura muestra la ventana para agregar preguntas al cuestionario seleccionado. Esto ayudará al docente a preparar sus cuestionarios en menos tiempo gracias a la opción de generar preguntas de forma automática.

En la Figura 21, se muestra la interfaz para subir recursos educativos. El docente debe seleccionar la asignatura a la cual desea subir un archivo para luego compartirlo con los estudiantes, con el fin de que revisen el contenido compartido. Podrá subir documentos, videos e imágenes. Cada archivo no debe pesar más de 10 MB.

Figura 21

Módulo Docente: Formulario para Compartir Recursos Educativos

Compartir Recursos Educativos

Sube archivos con extensiones PDF, XLS, DOCX, PPTX, etc.

Eliga la Asignatura ▼

 Seleccionar Archivo

Subir Archivo

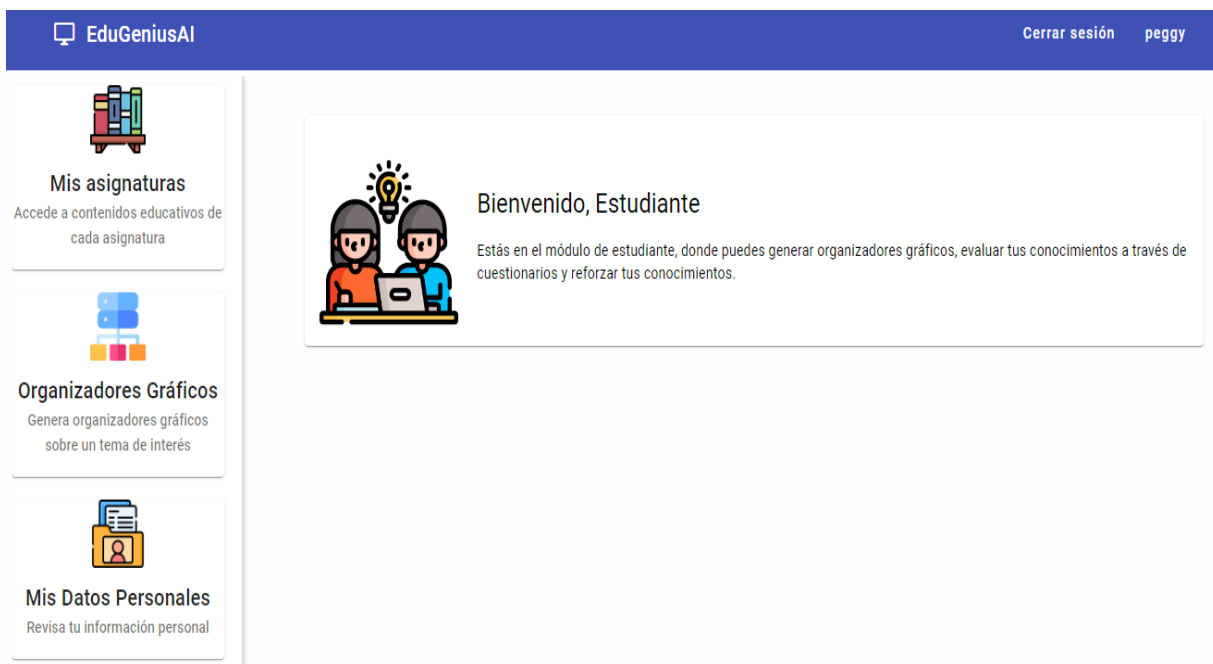
Cancelar

Nota. La interfaz para subir recursos educativos ayudará al docente a compartir recursos con sus estudiantes de manera más sencilla y directa.

En la Figura 22 se visualiza el dashboard del estudiante, el cual cuenta con distintas funcionalidades. Entre ellas se encuentra 'Mis asignaturas', donde podrá acceder a las asignaturas a las que esté registrado mediante un código proporcionado por el docente. A partir de ahí, tendrá acceso a los cuestionarios y recursos educativos específicos de cada asignatura. Asimismo, el estudiante podrá generar dos tipos de organizadores gráficos sobre un tema de su interés.

Figura 22

Menú Principal del Módulo del Estudiante en EduGeniusAI

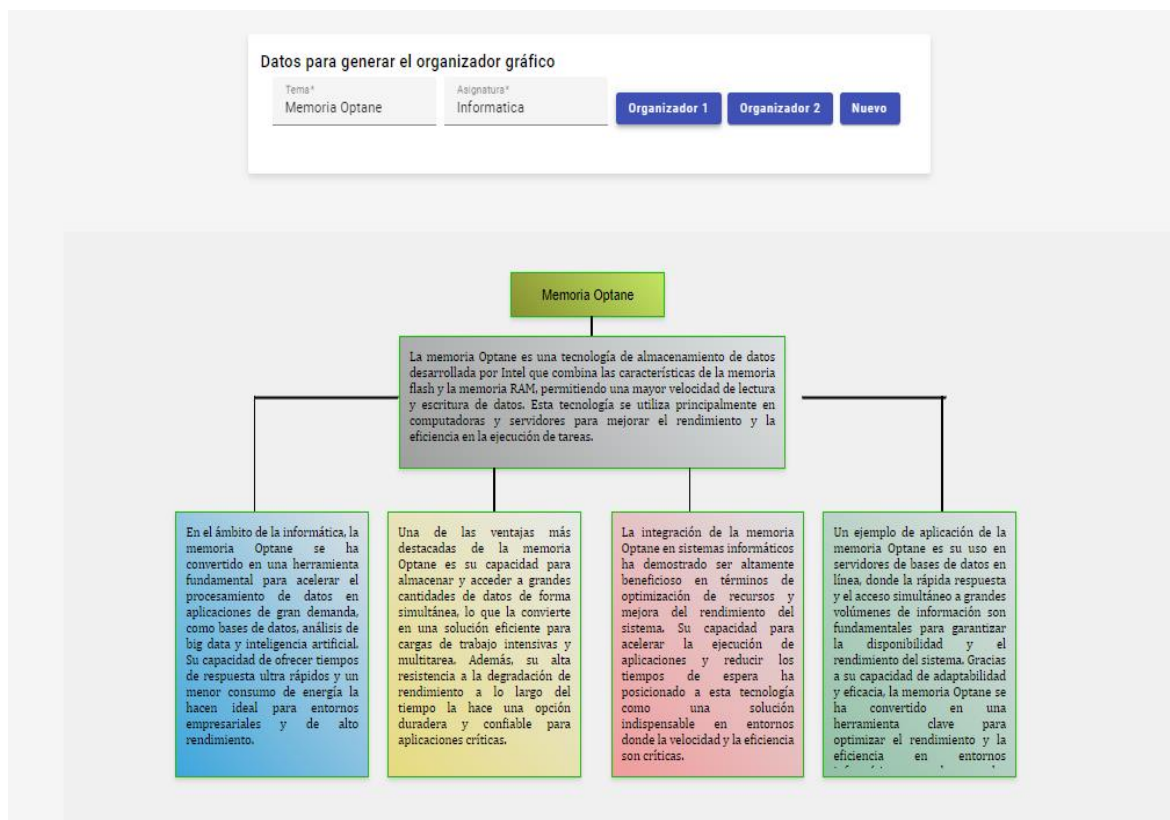


Nota. La figura muestra el menú de un estudiante en el sistema web EduGeniusAI, donde se presentan diversas funcionalidades diseñadas para brindar apoyo en sus actividades de aprendizaje. Desde acceder a recursos educativos hasta realizar cuestionarios y generar organizadores gráficos, este menú ofrece funcionalidad para apoyar el proceso de aprendizaje del estudiante.

El estudiante tendrá la posibilidad de generar organizadores gráficos basados en un tema de su preferencia. Como se observa en la Figura 23, el usuario deberá ingresar el tema de su interés y la asignatura a la cual está relacionado. Además, tiene dos opciones para generar el organizador gráfico. Esta funcionalidad brinda al estudiante una visión más clara sobre la información relevante de un tema de estudios, promoviendo así un aprendizaje más significativo.

Figura 23

Módulo Estudiante: Interfaz para Generar Organizadores Gráficos

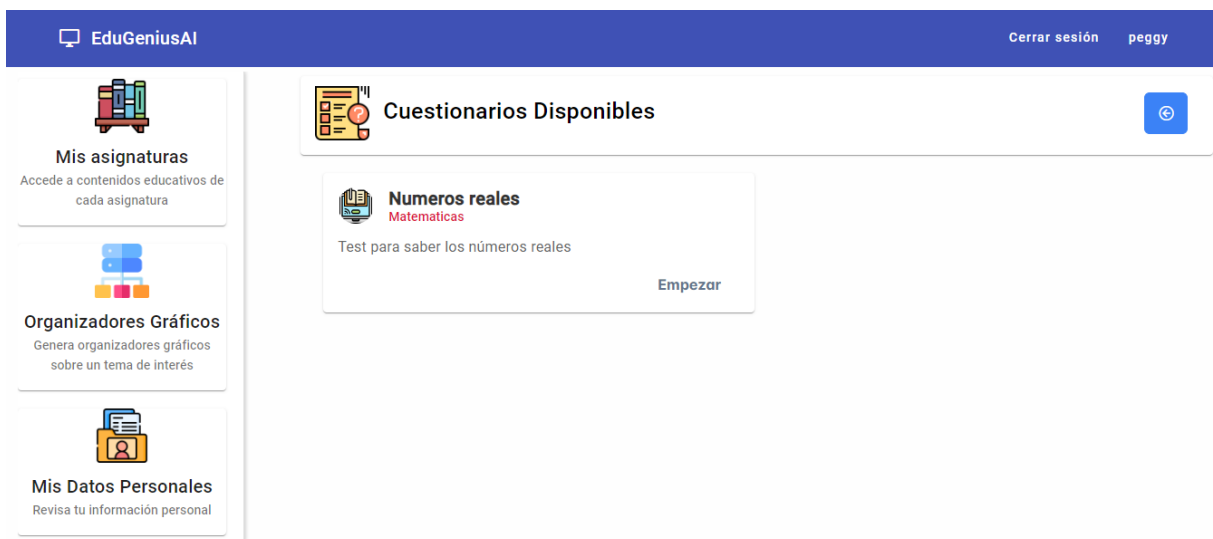


Nota. La interfaz para generar organizadores gráficos ayudará al estudiante a visualizar de manera más sintetizada la información generada sobre un tema, con el fin de que pueda captar los conceptos relevantes sobre un tema específico.

En la Figura 24, se muestra el listado de los cuestionarios disponibles donde el estudiante podrá elegir el de su tema de preferencia, el cual desea evaluar sus conocimientos. Al empezar el cuestionario se mostrarán las preguntas respectivas (**Ver anexo 7**) donde el estudiante deberá seleccionar la respuesta según su conocimiento. Una vez finalizada la prueba, se mostrará un reporte del resultado obtenido y las preguntas en las que ha fallado, mostrando su respuesta y la respuesta correcta adjunto videos recomendados sobre el tema de evaluación y enlaces que hace referencia a las preguntas en la que falló (**Ver anexo 8**) con el fin de que el estudiante pueda reforzar sus conocimientos.

Figura 24

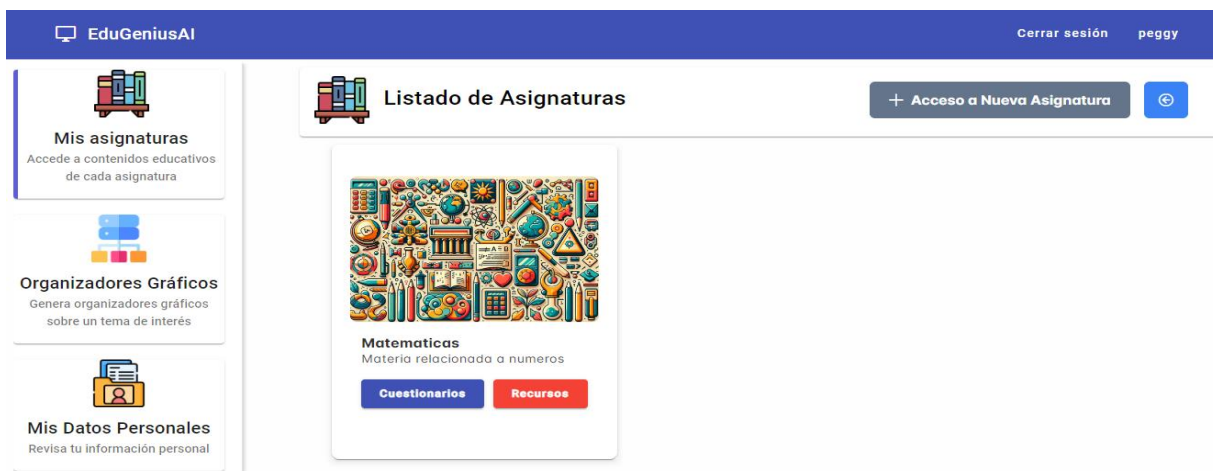
Módulo Estudiante: Interfaz para Listar los Cuestionarios Disponibles de una Asignatura



En la Figura 25 se muestra la interfaz donde se presentarán las asignaturas registradas, y donde el estudiante podrá acceder a los recursos educativos compartidos por los docentes una vez que se haya registrado en la asignatura a través del código de acceso.

Figura 25

Módulo Estudiante: Interfaz para Listar las Asignaturas de un Estudiante



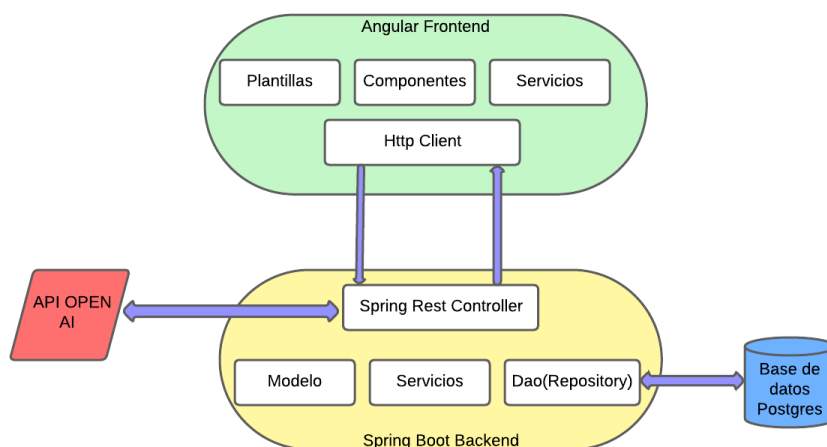
Nota. El estudiante, a través de esta interfaz, podrá asociarse a una asignatura una vez verificado su código de acceso. A partir de ahí, tendrá acceso a los recursos y cuestionarios publicados por el respectivo docente.

4.3. Desarrollo de funcionalidades

La arquitectura del sistema web EduGeniusAI está estructurada como se visualiza en la Figura 26. El software se divide en dos partes: el backend, que hace referencia al servidor y está conectado al gestor de base de datos PostgreSQL, y el frontend, que corresponde al lado del cliente.

Figura 26:

Arquitectura del Sistema Web EduGeniusAI



Nota. En la interfaz de usuario de EduGeniusAI, creada con Angular, los usuarios interactúan con plantillas, componentes y utilizan servicios a través de un cliente HTTP. Las solicitudes se envían a Spring Rest Controller, que actúa como la puerta de entrada al backend desarrollado con Spring Boot. Aquí, las peticiones se procesan, pasando por la capa de servicios donde se ejecuta la lógica de negocio y luego interactuando con la base de datos Postgres para la persistencia de datos mediante el patrón DAO (Repository). Adicionalmente, la API de OpenAI se integra en este flujo para potenciar la aplicación con capacidades avanzadas de inteligencia artificial cuando se requiere.

4.3.1. Desarrollo del Backend

La parte del backend del sistema web fue desarrollada en el lenguaje Java utilizando el framework de Spring Boot. Se utilizó el JDK de java en su versión 17. Dicha versión es considerada como una versión estable al momento de crear el proyecto Spring. Se siguió el

patrón de diseño MVC(Modelo-Vista-Controlador) que es común en las aplicaciones web. El proyecto en la parte del Backend está estructurada de la siguiente forma:

Entidades

Las entidades son clases que representan las estructuras de datos de una base de datos, donde cada una de ellas define los campos o atributos necesarios para realizar operaciones de persistencia, como la creación, lectura, actualización y eliminación de registros:

- Usuario: Esta entidad almacena los datos personales de los usuarios del sistema.
- Rol: Define los diferentes tipos de usuarios dentro del sistema, especificando dos categorías principales: docente y estudiante.
- UsuarioRol: Por cada usuario registrado, esta entidad almacena la relación entre el identificador del usuario y el identificador del rol que se le ha asignado.
- Categoría: Registra la información relativa a las asignaturas, incluyendo el nombre y una descripción detallada.
- Examen: Se refiere a los cuestionarios o evaluaciones. Guarda información relevante como el título, descripción, puntaje máximo, número de preguntas, el estado de publicación y la asignatura relacionada.
- Pregunta: Almacena las preguntas individuales que componen un cuestionario, incluyendo su contenido, las opciones disponibles, la respuesta correcta y la identificación del cuestionario al que pertenecen.
- Archivo: Permite guardar y gestionar recursos educativos, como documentos y archivos multimedia.

Estas son las entidades que nos permiten realizar las diferentes operaciones dentro del sistema web. El diagrama de la base de datos se lo puede visualizar en el **Anexo 9**.

Repositorio

Se crearon interfaces de tipo repository para cada una de las entidades mencionadas anteriormente. Estos archivos actúan como intermediarios entre la lógica de negocio del sistema web y la capa de acceso a datos y, por ende, facilitan la interacción entre entidades y la base de

datos. Gracias a estas interfaces se pueden realizar las operaciones de persistencia de una manera más organizada.

Servicio

Se han implementado servicios para cada una de las entidades, los cuales encapsulan la lógica de negocio y aseguran una separación entre la capa de presentación y la capa de acceso a datos. Estos servicios utilizan los repositorios para interactuar con la base de datos y proveen una interfaz coherente para las distintas operaciones de las entidades.

ServicioImpl

Para cada servicio creado en el sistema web, se ha creado una implementación concreta que define el comportamiento especificado por la interfaz de servicio correspondiente. Estas clases contienen la lógica en las transacciones, las validaciones y operaciones que requieren interacción con varios repositorios.

Controlador

Los controladores creados en el backend actúan como el enlace entre la interfaz de usuario y la lógica de negocio manejada por los servicios. Cada uno de los controladores están diseñados para responder las solicitudes HTTP, invocando los métodos proporcionados por los servicios correspondientes a las entidades.

Además, para facilitar la generación de contenido educativo, se ha creado un servicio adicional, **ChatGPTService**, que se conecta con API de OpenAI. Este servicio es crucial para la creación automática de preguntas y la generación de contenidos para organizadores gráficos. Los métodos implementados en este servicio, al ser invocados, formulan peticiones a la API de OpenAI para obtener preguntas y resúmenes de temas específicos dados como parámetros. Este servicio está complementado con su respectivo **ServicioImpl** y el controlador para llevar a cabo las peticiones POST.

4.3.2. Desarrollo del Frontend

La parte del frontend del sistema web se desarrolló utilizando el framework Angular. Se crearon las vistas de usuarios incorporando controles de Angular material y Bootstrap y estilos CSS. El frontend se estructuró de la siguiente manera:

Componentes y Módulos

El frontend se dividió en diferentes componentes y módulos, cada uno están enfocados en una funcionalidad específica dentro del sistema web. Cada componente tiene su archivo de HTML, CSS y TypeScript. Están organizados en directorios que representan las diferentes secciones de la interfaz de usuario.

Admin: Contiene componentes específicos para la administración por parte del docente, como subir recursos compartidos, agregar asignaturas, creación de cuestionarios.

User: Contiene las componentes que forman parte de las funcionalidades del estudiante. En este apartado se encuentran las plantillas que permiten responder los cuestionarios, revisar los recursos compartidos, generar organizadores gráficos, etc.

Auth: Este directorio contiene componentes para la autenticación y gestión de perfiles de usuarios, además del inicio de sesión y el registro de usuario.

Además, se crearon servicios ubicados en el directorio de services, para llevar a cabo la comunicación con el backend a través de solicitudes HTTP.

Navegación y Rutas

El sistema web hace uso de '*app.routing.module.ts*' para definir las rutas y navegación entre los distintos componentes.

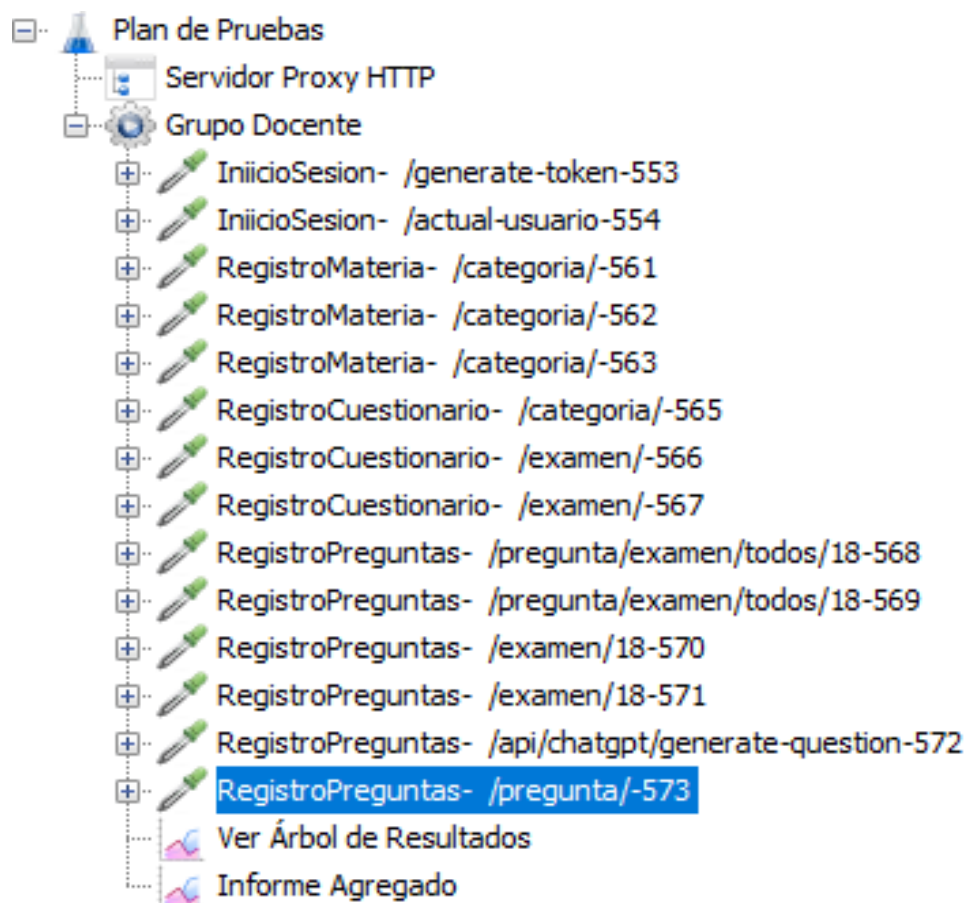
4.3.3. Pruebas de rendimiento

Se realizaron dos pruebas de rendimiento utilizando la herramienta JMeter para evaluar las funcionalidades del sistema web. Estas pruebas se llevaron a cabo con el sistema web desplegado en un servidor utilizando un plan gratuito, lo cual pudo haber influido en el rendimiento, ya que los planes gratuitos tienen sus limitaciones. Se creó un plan de prueba

utilizando un grupo de hilos tanto para el módulo del docente como para el módulo del estudiante. Luego se configuró el servidor Proxy HTTP en el programa y en el navegador Firefox. En la Figura 27 se representan las diferentes solicitudes HTTP realizadas en el módulo del docente, las cuales hacen referencia a las diferentes acciones del sistema web.

Figura 27

Estructura de Plan de Pruebas en JMeter para el Módulo Docente



Nota. La figura representa las solicitudes HTTP que realiza el módulo del docente, las cuales representan diferentes funcionalidades como el registro de asignaturas, creación de cuestionarios y generación de preguntas.

Luego de haber registrado las solicitudes del módulo del docente, se procedió a generar un informe agregado que compila los resultados de la prueba de rendimiento. En la Figura 28 se muestran los datos cuantitativos obtenidos para cada solicitud probada durante el plan de pruebas del módulo del docente.

Figura 28*Resultados Detallados de Pruebas de Rendimiento para el Módulo Docente*

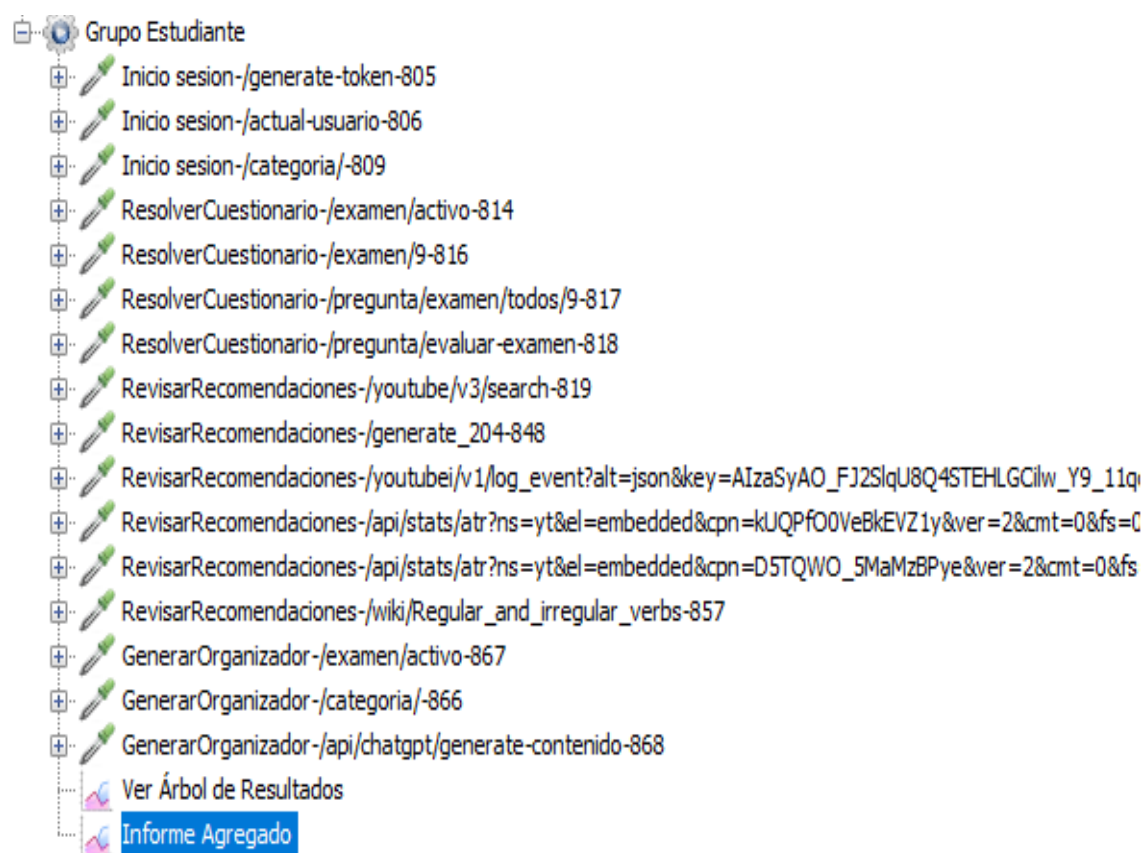
Etiqueta	# Muestras	Media	Mediana	90% Line	95% Line	99% Line	Mín	Máx	% Error	Rendimiento
RegistroPreguntas- /examen/18-570	1	180	180	180	180	180	180	180	0,00%	5,6/sec
RegistroMateria- /categoria/-561	1	185	185	185	185	185	185	185	0,00%	5,4/sec
RegistroPreguntas- /pregunta/examen/todos/18-568	1	185	185	185	185	185	185	185	0,00%	5,4/sec
RegistroPreguntas- /examen/18-571	1	455	455	455	455	455	455	455	0,00%	2,2/sec
RegistroPreguntas- /pregunta/-573	1	482	482	482	482	482	482	482	0,00%	2,1/sec
InicioSesion- /generate-token-553	1	494	494	494	494	494	494	494	0,00%	2,0/sec
RegistroPreguntas- /pregunta/examen/todos/18-569	1	497	497	497	497	497	497	497	0,00%	2,0/sec
RegistroCuestionario- /examen/-566	1	502	502	502	502	502	502	502	0,00%	2,0/sec
InicioSesion- /actual-usuario-554	1	611	611	611	611	611	611	611	0,00%	1,6/sec
RegistroCuestionario- /categoria/-565	1	663	663	663	663	663	663	663	0,00%	1,5/sec
RegistroCuestionario- /examen/-567	1	714	714	714	714	714	714	714	0,00%	1,4/sec
RegistroMateria- /categoria/-562	1	771	771	771	771	771	771	771	0,00%	1,3/sec
RegistroMateria- /categoria/-563	1	787	787	787	787	787	787	787	0,00%	1,3/sec
RegistroPreguntas- /api/chatgpt/generate-question-572	1	6921	6921	6921	6921	6921	6921	6921	0,00%	8,7/min
Total	14	960	497	787	787	6921	180	6921	0,00%	1,0/sec

Nota. El rendimiento general de la aplicación es fiable, con un 0% de errores en todas las solicitudes. Sin embargo, los tiempos de respuesta presentan un rango amplio, desde 180 ms hasta 6921 ms, lo que indica variabilidad en la eficiencia de diferentes operaciones. Además, el rendimiento varía desde 0.8 hasta 5.6 solicitudes por segundo. Esta variabilidad se debe, en parte, a las peticiones realizadas a la API de OpenAI. Es importante tener en cuenta estos resultados al considerar la optimización y mejora continua del sistema.

Posteriormente, se procedió de igual manera a realizar las pruebas de rendimiento de las diferentes funcionalidades del módulo del estudiante. Se creó un grupo de hilos para obtener las respectivas solicitudes HTTP utilizadas en las operaciones que realiza el estudiante, tal como se visualiza en la Figura 29.

Figura 29

Estructura de Plan de Pruebas en JMeter para el Módulo Estudiante



Nota. El módulo estudiantil del sistema web puede realizar diversas acciones, cada una representada por una solicitud HTTP específica en el plan de pruebas de JMeter. Estas acciones incluyen iniciar sesión, resolver cuestionario, generar organizadores gráficos, revisar recomendaciones. Cada solicitud HTTP se evalúa para garantizar un rendimiento eficiente del sistema en todas las funcionalidades para los estudiantes.

Asimismo, se generó el informe agregado que permitió obtener los resultados respectivos de la prueba de rendimiento del módulo del estudiante. En la Figura 30 se observan las diferentes métricas de evaluación con sus valores cuantitativos conseguidos durante la ejecución del plan de prueba. Este informe proporciona una visión detallada del desempeño del módulo estudiantil.

Figura 30**Resultados Detallados de Pruebas de Rendimiento para el Módulo Estudiante**

Etiqueta	# Muestras	Media	Mediana	90% Line	95% Line	99% Line	Mín	Máx	% Error	Rendimiento
Inicio sesion-/generate-tok...	1	850	850	850	850	850	850	850	0,00%	1,2/sec
Inicio sesion-/actual-usuari...	1	1843	1843	1843	1843	1843	1843	1843	0,00%	32,6/min
Inicio sesion-/categoria/-809	1	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	0,00%	31,4/min
ResolverCuestionario-/exa...	1	1310	1310	1310	1310	1310	1310	1310	0,00%	45,8/min
ResolverCuestionario-/exa...	1	922	922	922	922	922	922	922	0,00%	1,1/sec
ResolverCuestionario-/pre...	1	803	803	803	803	803	803	803	0,00%	1,2/sec
ResolverCuestionario-/pre...	1	783	783	783	783	783	783	783	0,00%	1,3/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	518	518	518	518	518	518	518	0,00%	1,9/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	136	136	136	136	136	136	136	0,00%	7,4/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	85	85	85	85	85	85	85	0,00%	11,8/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	93	93	93	93	93	93	93	0,00%	10,8/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	103	103	103	103	103	103	103	0,00%	9,7/sec
RevisarRecomendaciones-/...	1	507	507	507	507	507	507	507	0,00%	2,0/sec
GenerarOrganizador-/exa...	1	1083	1083	1083	1083	1083	1083	1083	0,00%	55,4/min
GenerarOrganizador-/cate...	1	1719	1719	1719	1719	1719	1719	1719	0,00%	34,9/min
GenerarOrganizador-/api/c...	1	7151	7151	7151	7151	7151	7151	7151	0,00%	8,4/min
Total	16	1238	803	1843	1913	7151	85	7151	0,00%	48,4/min

Nota. La figura muestra que todas las solicitudes completaron sin errores, lo cual es excelente para la confiabilidad de la aplicación. Sin embargo, hay una amplia variación en los tiempos de respuesta, desde rápidos 85 ms hasta 7151 ms. Esto se debe a la petición de Generar Organizadores graficar, ya que al generar el contenido desde la API de OpenAI, puede tardar unos segundos para obtener la respuesta.

4.3.4. Pruebas de aceptación

Se realizaron dos pruebas de aceptación, donde cada usuario reviso el cumplimiento de cada requerimiento funcional del sistema web. A continuación, se detallan los resultados obtenidos de cada una de las fases.

En la fase de planificación se contó con la participación de tres usuarios, dos con perfil de estudiante y uno con perfil de docente, a quienes se les dio a conocer la finalidad de esta prueba. Inicialmente, se definieron dos tablas de requerimientos a evaluar. Dichos requerimientos se basaron en los casos de uso definidos para el sistema web anteriormente. En las Tablas 27 y 28 se pueden visualizar las listas de requerimientos para el módulo de docente y estudiante, respectivamente, definidos para esta prueba.

Tabla 27:*Tabla de Requisitos del Docente para Prueba de Aceptación en EduGeniusAI*

Req. #:	Módulo	Nombre del requerimiento	Detalle del requerimiento
1	Docente	Registrar Asignatura	El usuario puede agregar una o varias asignaturas, donde puede agregar el nombre y una breve descripción de lo que trata la misma.
2	Docente	Crear Cuestionario	Puede crear cuestionario relacionada a una determinada asignatura, donde debe agregar datos como nombre del cuestionario, una descripción, puntaje máximo, número de preguntas, etc.
3	Docente	Agregar preguntas	Tiene la posibilidad de crear preguntas de un determinado cuestionario, con la opción de generar automáticamente la pregunta
4	Docente	Compartir recursos	Puede compartir recursos como documentos, videos, imágenes, etc., para que el estudiante pueda visualizarlo.
5	Docente	Registrar una cuenta	El usuario puede registrarse en el sistema web para posteriormente, poder iniciar sesión.
6	Docente	Iniciar sesión	El usuario puede iniciar sesión y se le mostrará el dashboard relacionado al rol registrado.

Tabla 28*Tabla de Requisitos del Docente para Prueba de Aceptación en EduGeniusAI*

Req. #:	Módulo	Nombre del requerimiento	Detalle del requerimiento
1	Estudiante	Revisar recursos	Tiene la posibilidad de descargar los recursos que son compartidos por los docentes.
2	Estudiante	Generar organizador gráfico	El usuario tiene la posibilidad de generar organizadores gráficos de cualquier tema de su interés, proporcionando el tema y la asignatura a la que está relacionada.
3	Estudiante	Resolver un cuestionario	El usuario puede resolver el cuestionario de su interés, donde podrá contestar las preguntas para medir su conocimiento y una vez finalizado, el sistema le mostrará los resultados.
4	Estudiante	Revisar recomendaciones	Puede revisar los recursos que se le proporciona al estudiante una vez que haya finalizado la prueba, puede visualizar videos y enlace externo sobre el tema evaluado
5	Estudiante	Registrar una cuenta	El usuario puede registrarse en el sistema web para posteriormente, poder iniciar sesión.
6	Estudiante	Iniciar sesión	El usuario puede iniciar sesión y se le mostrará el dashboard relacionado al rol registrado.

Luego, en la fase de ejecución, se llevó a cabo la prueba de aceptación del sistema web. Una prueba se realizó de forma presencial y dos se efectuaron de manera remota (**Ver anexo 10**). Se proporcionaron las tablas de requerimientos y, a su vez, una plantilla que permitió evaluar cada

caso de prueba(requerimiento). Cada caso de prueba fue definido en base a cada funcionalidad del sistema web. En la Tabla 29 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en las pruebas del módulo del estudiante (presencial y remota). De igual forma, en la Tabla 30, se muestra los resultados obtenidos en la prueba con el docente. Adicionalmente, se adjuntan las plantillas llenadas por uno de los usuarios, las cuales pueden ser visualizadas en el **Anexo 11**.

Tabla 29

Resultados de las pruebas de aceptación - Módulo Estudiante

Caso de prueba	Estudiante 1	Estudiante 2	Comentarios
Revisar recursos	X	X	Funciona correctamente, se puede visualizar los archivos y se descargan sin ningún inconveniente.
Generar organizador gráfico	X	X	Se generán de forma correcta los dos tipos de organizadores graficos.
Resolver un cuestionario	X	X	Sin ninguna novedad
Revisar recomendaciones	X	X	Se muestran las recomendaciones al culminar el cuestionario para una posterior retroalimentación del tema
Registrar una cuenta	X	X	Todo correcto
Iniciar sesión	X	X	Se puede iniciar sesión sin ningún problema.

Tabla 30*Resultados de las pruebas de aceptación - Módulo Docente*

Caso de prueba	Docente		Comentarios
	Aceptado		
	Si	No	
Registrar	X		
Asignatura			
Crear	X		
Cuestionario			
Agregar preguntas	X		
Compartir recursos	X		Se cumple con el requisito, pero debería de haber un apartado en el módulo de docente para visualizar los recursos compartidos.
Registrar una cuenta	X		
Iniciar sesión	X		

Una vez efectuadas las pruebas de aceptación, se pudo verificar que las diferentes funcionalidades que componen tanto el módulo de docente como el del estudiante fueron aceptadas y cumplen con las expectativas del usuario. Es decir, cada requisito propuesto se ha implementado en el sistema web.

4.4. Evaluación de usabilidad del sistema web

La evaluación de usabilidad nos ayudó a obtener el grado de usabilidad del sistema web EduGeniusAI. Estas evaluaciones se realizaron en dos fases: una prueba piloto y la prueba final de usabilidad. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en estas dos fases.

4.5.1. Prueba piloto

La evaluación preliminar del sistema web se llevó a cabo con la participación de 6 usuarios. Todas las evaluaciones se realizaron de forma remota a través de Google Meet. Antes de iniciar la prueba piloto, los participantes firmaron un consentimiento para la toma de imágenes y autorización para su uso (**Ver anexo 12**). Una vez firmado, se procedió a realizar la prueba, durante la cual los participantes interactuaron con el sistema web utilizando cada una de las funcionalidades para verificar su usabilidad (**Ver anexo 13**). Una vez que los participantes concluyeron con la evaluación, completaron un documento con la información Post-Test basada en la experiencia obtenida con el sistema web (**Ver anexo 14**). Finalmente, realizaron una encuesta para medir el grado de usabilidad del software. A continuación, se detallan los resultados obtenidos utilizando la técnica de información Post-Test y la encuesta SUS.

En la Tabla 31 se resumen los resultados obtenidos a través de la técnica de información Post-Test. Esta técnica se basó en que el participante debía contestar 6 preguntas abiertas basadas en la experiencia obtenida durante la interacción con el sistema web. Las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Cuáles son los principales problemas que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusAI?
2. ¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusAI?
3. ¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta e-learning EduGeniusAI?
4. ¿Tienes alguna (s) sugerencia (s) de mejora para la prueba realizada?
5. ¿Tienes alguna crítica o queja de la interfaz de usuario?
6. ¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada?

Tabla 31*Resultados Información Post-Test en la Prueba Piloto de EduGeniusAI*

Preguntas	Comentarios
¿Cuáles son los principales problemas que encuentre en la herramienta e-learning EduGeniusAI?	Los participantes expresaron varios problemas presentados durante la interacción del sistema web. Las cuales son: - Errores en el contador de tiempo - No se muestran las preguntas fallidas una vez que se termina de realizar el cuestionario. - No se cargan correctamente los videos recomendados - Muestra error al momento de generar la pregunta. - En ocasiones, se muestra error al generar el 2do organizador gráfico.
¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que encuentre en la herramienta e-learning EduGeniusAI?	Los participantes detectaron varios problemas de usabilidad, tales como: - Solicita demasiada información al registrarse y falta una navegación más fluida en el sistema web. - Especificar la cantidad de preguntas por cuestionario y el tiempo disponible. - La actualización de la página provoca la pérdida de progreso. - No se puede visualizar la contraseña al ingresarla. - Necesidad de una interfaz más llamativa. - Al momento de registrarse, automáticamente se redirigiera a la ventana de inicio de sesión.
¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta e-learning EduGeniusAI?	Por lo general, los participantes recomendaron hacer la interfaz más atractiva, con mensajes en la parte superior que guíen al usuario poder realizar cualquier actividad en cada funcionalidad del sistema web. Además de realizar comprobación de contraseña a la hora de registro de la aplicación. Además, mencionan la necesidad de que se muestre las preguntas en que han fallado con las respuestas correctas. A su vez, desean que se muestre una

	pequeña ventana emergente que muestre una breve descripción de la finalidad de cada opción al situar el puntero.
¿Tienes alguna (s) sugerencia (s) de mejora para la prueba realizada?	Algunos participantes propusieron que se especifique más tareas para evaluar más a profundidad la usabilidad del sistema web.
¿Tienes alguna crítica o queja de la interfaz de usuario?	Varios participantes vieron el sistema web un poco simple, donde desean que haya más dinamismo en el menú. Además, las interfaces no ofrecen guía de usuario.
¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada?	En general, los participantes recomendaron que el sistema web tenga una interfaz más llamativa e interactiva y que exista un mayor dinamismo en las diferentes opciones que presenta el software.

Por otra parte, se obtuvieron los resultados de la encuesta SUS, donde se recopilaron datos cuantitativos para realizar el cálculo respectivo del grado de usabilidad del sistema web. Esta encuesta estuvo compuesta por 10 preguntas utilizando la escala de Likert. En la Figura 31 se muestra el cálculo respectivo de los datos cuantitativos obtenidos por cada participante, dando como valor promedio de usabilidad del 69.2%.

Figura 31

Resultados de la Encuesta SUS en la Prueba Piloto de Usabilidad de EduGeniusAI

Participantes	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	SUS Score
Cristina Grandes Bermello	3	2	4	2	3	3	4	2	3	2	65,0
Félix Pilatasig	4	2	5	1	4	4	1	1	5	4	67,5
Ornella Velez	2	5	3	1	3	4	4	2	5	1	60,0
Jhon Vera Macias	4	1	5	1	4	1	5	1	5	1	95,0
Alejandro Perez	3	3	3	2	3	2	3	2	4	1	65,0
Washington Montece	5	1	5	1	3	5	3	2	2	4	62,5
								Promedio			69,2

Nota. La figura muestra los resultados individuales y el puntaje SUS global de una prueba piloto de usabilidad realizada por cada participante. Los números reflejan las respuestas a 10 preguntas basadas en la escala de Likert de 1 a 5.

4.5.2. Prueba final de usabilidad

Esta prueba tuvo como finalidad medir el grado de usabilidad del sistema web. Para ello, se contó con la participación de 20 personas (estudiantes-docentes). Algunas pruebas se realizaron de forma presencial y otras de forma virtual (**Ver anexo 15**). Al igual que en la prueba preliminar, se emplearon las técnicas de usabilidad de información Post-Test y la encuesta SUS. Además, todos los participantes firmaron el respectivo consentimiento antes de iniciar con la evaluación (**Ver anexo 16**). Posteriormente, se les proporcionó un listado de tareas que debían realizar para interactuar con el sistema web. En el caso de los estudiantes, se les asignaron tres tareas específicas (**Ver anexo 17**) para explorar cada una de las funcionalidades. Una vez que cada participante finalizó su evaluación, procedieron a completar el documento de información Post-Test (**Ver anexo 18**) y a realizar la encuesta SUS.

En el documento de información Post-Test, el participante respondió a las mismas 6 preguntas que se plantearon en la evaluación preliminar. En la Tabla 32 se muestra el análisis de los resultados obtenidos mediante la técnica de información Post-Test.

Tabla 32

Información Post-Test_Prueba final

Preguntas	Comentarios
¿Cuáles son los principales problemas que encuentre en la herramienta e-learning EduGeniusAI?	Los participantes expresaron pocos problemas durante la interacción con el sistema web, los cuales son: - La información generada en el organizador gráfico no se visualiza correctamente. - En ocasiones, se muestran mensajes de error al intentar generar el organizador gráfico. - El sistema se cae al seleccionar el texto.
¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que encuentre en la	Los participantes detectaron varios problemas de usabilidad, como: - El tipo de formato de los organizadores gráficos.

herramienta e-learning EduGeniusAI?	- En el apartado de visualizar las respuestas del cuestionario, solo se mostraban las preguntas en las que había fallado y no las que había acertado
¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta e-learning EduGeniusAI?	Los participantes sugirieron varias mejoras: - Mejorar el diseño. - Hacer que la generación de organizadores gráficos sea más fluida. - Incorporar más variedad de organizadores gráficos, al menos otro diseño más. - Incluir la opción de actualizar el nombre de usuario. - Hacer que sea un poco más dinámico.
¿Tienes alguna(s) sugerencia(s) de mejora para la prueba realizada?	- Que el estudiante no pueda copiar el contenido de las preguntas.
¿Tienes alguna crítica o queja de la interfaz de usuario?	Los participantes sugirieron: - Hacerla un poco más interactiva. - Al dar clic en el nombre de usuario, regresar a la opción de iniciar sesión o registrarse
¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada?	Los participantes solicitaron: - Más datos al generar el organizador gráfico. - Una interfaz de usuario más llamativa. - Más opciones en la interfaz. - La adición de un modo oscuro. - La posibilidad de añadir una foto de usuario al registrarse

Con respecto a la encuesta SUS, se realizó utilizando la misma herramienta (Formulario de Google), donde se envió un enlace a través de correo electrónico para que cada participante completara la encuesta. Esta encuesta permitió obtener datos cuantitativos con el fin de medir el grado de usabilidad una vez que el sistema fue mejorado en base a las observaciones obtenidas en la prueba preliminar. El cuestionario fue completado por 20 participantes, y los resultados más relevantes fueron los siguientes:

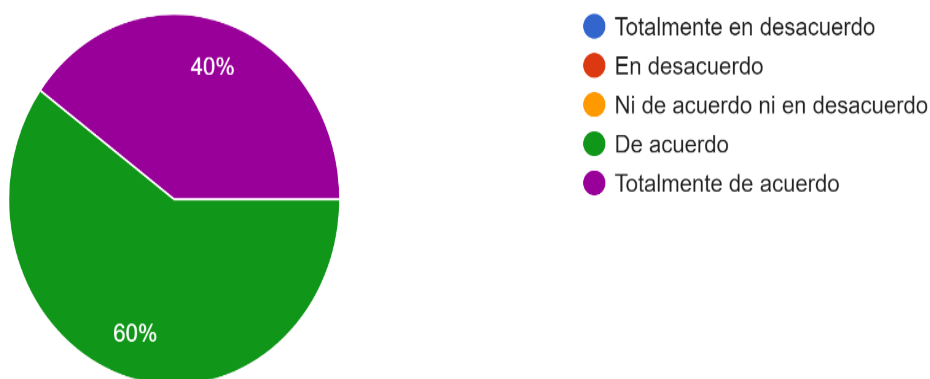
En la Figura 32 se muestra el resultado obtenido de la pregunta dirigida a los usuarios sobre su interés en utilizar de manera frecuente el sistema web EduGeniusAI como apoyo para sus actividades académicas.

Figura 32

Encuesta SUS: Preferencia de Uso Frecuente del Sistema EduGeniusAI

Pienso que me gustaría utilizar este producto con frecuencia

20 respuestas



Nota. Esta gráfica muestra que el 60% de los usuarios estarían de acuerdo en utilizar EduGeniusAI con frecuencia como herramienta de apoyo tanto para la enseñanza como para el aprendizaje.

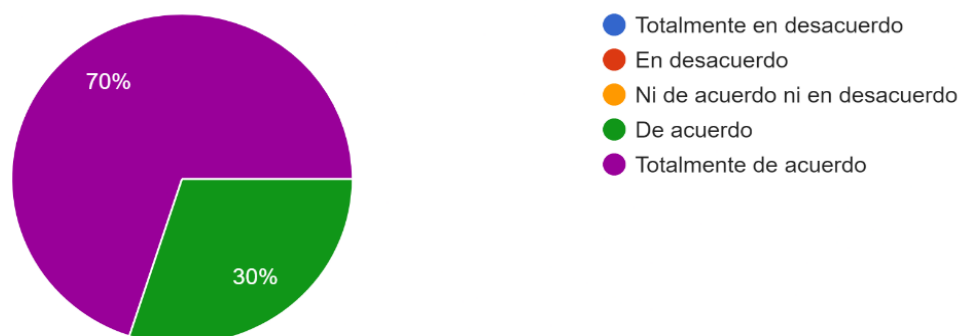
Otra de las preguntas que formó parte de la encuesta SUS hizo referencia a qué tan fácil fue para los participantes usar EduGeniusAI al realizar cada una de las tareas asignadas para probar cada una de las funcionalidades. En la Figura 33 se visualiza el resultado obtenido. Este resultado proporciona una perspectiva importante sobre la usabilidad percibida del sistema por parte de los usuarios, lo que nos permite identificar áreas de mejora y hacer ajustes necesarios para garantizar una experiencia de usuario óptima.

Figura 33

Encuesta SUS: Percepción de Facilidad de Uso de EduGeniusAI

¿Me pareció que el producto era fácil de usar?

20 respuestas



Nota. La gráfica revela que un 70% de los usuarios considera que el producto es fácil de usar, mostrando un alto grado de satisfacción con la interfaz de usuario.

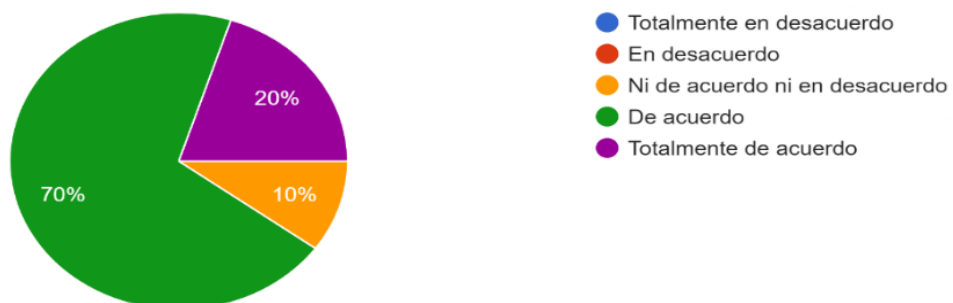
También se hizo referencia a las funcionalidades que forman parte de EduGeniusAI, donde se les preguntó si las diferentes funciones están bien integradas, obteniendo el siguiente resultado que se visualiza en la Figura 34.

Figura 34

Encuesta SUS: Integración de Funciones de EduGeniusAI

¿Me pareció que las diversas funciones de este producto están bien integradas?

20 respuestas



Nota. Este gráfico muestra que el 70% de los participantes están de acuerdo que las funciones de EduGeniusAI están bien integradas, lo que hace que la mayoría de los usuarios encuentren coherente y fluida la experiencia que ofrece el producto.

Los resultados de las demás preguntas que conformaron la encuesta SUS estarán disponibles para su visualización en el **Anexo 19**.

Luego de haber obtenido estos resultados, se procedió a realizar el respectivo cálculo para medir el grado de usabilidad con la ayuda de la herramienta ofimática Excel. Como resultado, se obtuvo que el sistema web tiene un grado de usabilidad del 79.8%, lo cual se considera aceptable y fácil de usar para la mayoría de los usuarios. En la Figura 35 se puede observar el cálculo realizado para obtener el grado de usabilidad.

Figura 35

Resultados de la Encuesta SUS en la Prueba Final de Usabilidad

Participantes	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	SUS Score
Joseph Calderón	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50,0
Steven Pozo	4	1	5	2	4	2	4	2	4	2	80,0
Byron Loor	5	3	5	2	4	4	4	2	5	1	77,5
Allison Mera	4	1	5	1	4	3	5	1	4	1	87,5
Angela Guato	4	2	5	2	3	2	5	1	4	2	80,0
Alan Aldas	4	3	5	3	4	4	4	3	4	4	60,0
Nixon Piguave	4	2	5	2	5	2	5	2	4	1	85,0
Eduardo Reinoso	4	2	4	3	3	3	4	2	3	2	65,0
Kevin Garcia	5	2	3	2	4	3	4	2	4	2	72,5
Jhon Silva	5	3	5	2	4	3	3	3	5	3	70,0
Gabriela Franco	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	100,0
Diana Carbo	5	2	5	1	4	2	5	1	4	1	90,0
Nancy Bonilla	4	1	5	1	4	1	5	1	4	1	92,5
Evelin Muñoz	4	1	5	1	4	2	4	2	4	2	82,5
Lenin Fuentes	4	2	5	2	4	2	5	2	4	2	80,0
Angela Vera	4	1	4	2	4	2	4	2	3	2	75,0
Mafer Vera	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	70,0
Angel Franco	5	1	4	1	4	1	4	1	4	1	90,0
Gissela Guerra	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	97,5
Ginger Sanchez	5	1	5	2	5	2	5	2	4	1	90,0
								Promedio			79,8

Nota. La tabla muestra los puntajes SUS de cada participante tras evaluar el sistema web EduGeniusAI. Cada columna representa las respuestas de 1 a 5 a las 10 preguntas de usabilidad. Con un promedio de 79.8, los resultados indican una alta satisfacción general con la facilidad de uso del sistema.

4.5. Discusión

La selección del modelo de inteligencia artificial generativa para incorporarlo en EduGeniusAI fue un proceso que consistió en diferentes etapas para llegar a decidir por uno. Gracias a la realización de búsquedas sistemáticas se pudo ver que no existen estudios exactamente relacionados con nuestra investigación. Además, se efectuó una comparativa con varios modelos inteligentes como GPT-4, GEMINI y Perplexity. Esta comparativa se basó en una búsqueda exploratoria, teniendo en cuenta características como el costo, la multimodalidad, el soporte de idiomas y la comprensión del Lenguaje Multitarea Masivo. Los modelos GPT-4 y GEMINI están casi a la par, pero se optó por utilizar el modelo GPT-4 debido a su gran capacidad para adaptarse a diferentes áreas de estudio, especialmente entendiendo muchos idiomas más que cualquier otro modelo. Este modelo, integrado en EduGeniusAI, servirá como herramienta de apoyo para estudiantes y docentes en sus actividades académicas.

Por otro lado, el desarrollo de EduGeniusAI ha sido un trabajo cuidadoso para crear un sistema web que realmente ayude tanto a profesores como a estudiantes. Por ejemplo, los profesores ahora tienen un espacio sencillo para gestionar las asignaturas impartidas en clases, donde podrán compartir recursos educativos con sus estudiantes, además de crear cuestionarios de manera más automatizada, minimizando el tiempo en la creación de preguntas. Las pruebas de aceptación realizadas con usuarios reales nos han mostrado que las diferentes funciones de EduGeniusAI funcionan bien y cumplen con las expectativas de los usuarios.

Después de poner a prueba EduGeniusAI con docentes y estudiantes, vimos que el sistema funcionaba bien para lo que lo diseñamos: ayudar en la educación. Los participantes usaron el sistema y nos dijeron qué les gustaba y qué podríamos mejorar, como hacer que la página sea más llamativa y que el sistema no pida tanta información al registrarse. Con sus comentarios, mejoramos EduGeniusAI y lo probamos otra vez. Esta vez, los participantes encontraron menos problemas y les resultó más fácil de usar. Al final, con la ayuda de una encuesta, descubrimos que nuestro sistema web era bastante fácil de usar, con un puntaje de casi 80 sobre 100. Esto nos dice que vamos por buen camino y que EduGeniusAI realmente puede servir como una herramienta de apoyo en las actividades educativas de los profesores y estudiantes.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La elección de utilizar el modelo generativo GPT-4 para la creación de recursos didácticos se sustenta en su capacidad para adaptarse al ámbito educativo y generar contenido coherente y de calidad. Aunque la investigación específica sobre su aplicación en educación es limitada, su alta capacidad multimodal y su rendimiento sobresaliente lo posicionan como una herramienta de apoyo para mejorar las actividades de enseñanza y aprendizaje. Su capacidad para comprender y generar texto en múltiples idiomas también lo hace idóneo para entornos educativos multilingües, lo que contribuirá a la diversificación y accesibilidad de los recursos educativos.

Para el diseño de las interfaces de usuarios del sistema web, se obtuvieron resultados positivos en la recopilación de requerimientos funcionales. Gracias a las personas que participaron en entrevistas en modalidad virtual para la recopilación de requerimientos, se identificó de manera clara las necesidades y funcionalidades requeridas para el sistema web. Además, se elaboraron casos de uso expandidos que describen cómo los actores (docentes y estudiantes) interactúan con el sistema con base en los requerimientos definidos. Estos casos de uso expandidos permitieron obtener información sobre las funciones y características que deben incluirse en las interfaces de usuario.

El desarrollo de las funcionalidades del sistema web ha sido la etapa más importante para este trabajo, ya que es la parte donde se reflejó la solución a las necesidades de los usuarios (docentes-estudiantes). Se ha logrado implementar funcionalidades que contribuirán como apoyo a las actividades académicas y, a su vez, a la mejora de la experiencia del usuario final.

Las evaluaciones de usabilidad constituyeron la parte final de nuestro trabajo de investigación, y se llevaron a cabo de manera exitosa, sin ningún inconveniente. Estas evaluaciones fueron de gran ayuda, ya que nos permitieron determinar el grado de aceptabilidad del sistema por parte de los usuarios. Además, nos brindaron información relevante que será fundamental para mejorar en futuros trabajos.

5.2. Recomendaciones.

Dado que la mayoría de los trabajos existentes se han centrado en la generación de preguntas y han utilizado modelos de inteligencia artificial como BERT, se recomienda que en futuras investigaciones se enfoquen en la utilización de otros modelos inteligentes más actuales, como GPT-4, en la generación de recursos educativos. Esto tiene como objetivo mejorar aún más la forma de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos.

Para diseñar interfaces de usuarios que sean agradables para el usuario, es necesario contar con la participación de los usuarios a través de entrevistas, ya sea presenciales o virtuales, para identificar sus necesidades y así garantizar que el sistema cumpla con sus expectativas y requerimientos. De igual forma, es recomendable describir los procesos con la ayuda de los casos de uso, ya que su elaboración permitirá describir en detalle las interacciones de los actores con el sistema.

El desarrollo de las funcionalidades es la etapa crucial en un proyecto, por lo que se recomienda establecer una metodología clara que guíe el proceso de desarrollo, asegurando la coherencia y la eficiencia en la implementación de las diversas características del sistema. Además, es importante mantener un enfoque centrado en el usuario, buscando retroalimentación y adaptando las funcionalidades según las necesidades y preferencias de los usuarios finales.

En las pruebas de usabilidad, es fundamental definir claramente un plan que permita llevar a cabo las evaluaciones de manera efectiva y sin contratiempos. Es necesario considerar la disponibilidad de los participantes y ajustarse a ella para garantizar su participación. Además, es crucial seleccionar cuidadosamente los instrumentos que se utilizarán para obtener los resultados durante y después de las evaluaciones. Estos instrumentos deben proporcionar información relevante que pueda ser utilizada para realizar mejoras significativas en el proyecto evaluado.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografia

- [1] Y. Zhufeng and J. Sitthiworachart, “Research on Informatization Education Methods under the Background of Artificial Intelligence,” *Proceedings - 2021 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Education, ICAIE 2021*, pp. 486–489, Jun. 2021, doi: 10.1109/ICAIE53562.2021.00107.
- [2] R. S. Weeraratna, N. M. Rathnayake, U. P. G. Y. Pathirana, D. S. H. Weerasinghe, D. S. P. Biyanwila, and S. D. Bogahage, “Effect of E-learning on Management Undergraduates’ Academic Success during COVID-19: A Study at Non-state Universities in Sri Lanka,” *Heliyon*, vol. 9, no. 9, p. e19293, Sep. 2023, doi: 10.1016/J.HELIYON.2023.E19293.
- [3] T. Maddison, C. Doi, S. Lucky, and M. Kumaran, “Literature Review of Online Learning in Academic Libraries,” *Distributed Learning: Pedagogy and Technology in Online Information Literacy Instruction*, pp. 13–46, Jan. 2017, doi: 10.1016/B978-0-08-100598-9.00002-7.
- [4] A. Haleem, M. Javaid, M. A. Qadri, and R. Suman, “Understanding the role of digital technologies in education: A review,” *Sustainable Operations and Computers*, vol. 3, pp. 275–285, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.SUSOC.2022.05.004.
- [5] S. Garg, R. Parmar, Arish, J. Singh, and S. Ahmed, “Augmented Reality in Education: An Insight into Current Trends and Limitations,” *2023 3rd International Conference on Intelligent Technologies, CONIT 2023*, 2023, doi: 10.1109/CONIT59222.2023.10205916.
- [6] K. Seo, J. Tang, I. Roll, S. Fels, and D. Yoon, “The impact of artificial intelligence on learner–instructor interaction in online learning,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 18, no. 1, pp. 1–23, Dec. 2021, doi: 10.1186/S41239-021-00292-9/TABLES/7.
- [7] L. Chen, P. Chen, and Z. Lin, “Artificial Intelligence in Education: A Review,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 75264–75278, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2988510.
- [8] D. Kalpakchi and J. Boye, “BERT-based distractor generation for Swedish reading comprehension questions using a small-scale dataset,” *INLG 2021 - 14th International Conference on Natural Language Generation, Proceedings*, pp. 387–403, Aug. 2021, Accessed: Dec. 12, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2108.03973v1>
- [9] A. Guilherme, “AI and education: the importance of teacher and student relations,” *AI Soc*, vol. 34, no. 1, pp. 47–54, Mar. 2019, doi: 10.1007/s00146-017-0693-8.

- [10] Fengchun. Miao, Wayne. Holmes, Ronghuai. Huang, Hui. Zhang, and Unesco., *AI and education : Guidance for policymakers*.
- [11] A. ROY and A. ROY, "Technology in teaching and learning," *Int J Innov Educ Res*, vol. 7, no. 4, pp. 414–422, Apr. 2019, doi: 10.31686/ijer.vol7.iss4.1433.
- [12] "View of Impacts of Remote Learning Measures on Educational Access and Quality in Ecuador | Current Issues in Comparative Education." Accessed: Jan. 16, 2024. [Online]. Available: <https://journals.library.columbia.edu/index.php/cice/article/view/9513/5005>
- [13] L. E. Conde-Zhingre, G. I. Cueva-Alvarado, L. A. Chamba-Eras, and M. I. Ureña-Torres, "Impact of artificial intelligence in basic general education in Ecuador," *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*, vol. 2022-June, 2022, doi: 10.23919/CISTI54924.2022.9820018.
- [14] C. T. e I. Secretaría de Educación Superior, "PROYECTO I+D+i ESTRUCTURA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN," 2018.
- [15] M. Salama, R. Bahsoon, and N. Bencomo, "Managing Trade-offs in Self-Adaptive Software Architectures," *Managing Trade-offs in Adaptable Software Architectures*, pp. 249–297, Jan. 2017, doi: 10.1016/B978-0-12-802855-1.00011-3.
- [16] A. Robles-Aguilar, J. O. Ocharan-Hernandez, A. J. Sanchez-Garcia, and X. Limon, "Software Design and Artificial Intelligence: A Systematic Mapping Study," *Proceedings - 2021 9th International Conference in Software Engineering Research and Innovation, CONISOFT 2021*, pp. 132–141, 2021, doi: 10.1109/CONISOFT52520.2021.00028.
- [17] Z. Han, "The Application of Artificial Intelligence in Computer Network Technology," *Proceedings - 2021 2nd International Seminar on Artificial Intelligence, Networking and Information Technology, AINIT 2021*, pp. 632–635, 2021, doi: 10.1109/AINIT54228.2021.00127.
- [18] N. Shadab, T. Cody, A. Salado, and P. Beling, "Closed Systems Paradigm for Intelligent Systems," *SysCon 2022 - 16th Annual IEEE International Systems Conference, Proceedings*, 2022, doi: 10.1109/SYSCON53536.2022.9773829.
- [19] D. P. Alamsyah, Indriana, I. Setyawati, and H. Rohaeni, "New Technology Adoption of E-Learning: Model of Perceived Usefulness," *2022 3rd International Conference on Big Data Analytics and Practices, IBDAP 2022*, pp. 79–84, 2022, doi: 10.1109/IBDAP55587.2022.9907261.

- [20] K. A. Dawood, K. Y. Sharif, A. A. Zaidan, A. A. Abd Ghani, H. B. Zulzalil, and B. B. Zaidan, "Mapping and Analysis of Open Source Software (OSS) Usability for Sustainable OSS Product," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 65913–65933, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2914368.
- [21] Y. Li, Z. Shao, X. Wang, X. Zhao, and Y. Guo, "A Concept Map-Based Learning Paths Automatic Generation Algorithm for Adaptive Learning Systems," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 245–255, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2885339.
- [22] M. Wetzel, S. Mathioulakis, J. Hummel, and A. Vasilevich, "Collaborative-AI knowledge graph generation: Taxonomization of IATE, the EU terminology," *CEUR Workshop Proc*, vol. 2873, 2021.
- [23] M. F. Nurrokhim, L. S. Riza, and Rasim, "Generating mind map from an article using machine learning," *J Phys Conf Ser*, vol. 1280, no. 3, Nov. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1280/3/032023.
- [24] F. Altoe and D. Joyner, "Annotation-free Automatic Examination Essay Feedback Generation," *Proceedings of 2019 IEEE Learning With MOOCS, LWMOOCS 2019*, pp. 110–115, Oct. 2019, doi: 10.1109/LWMOOCS47620.2019.8939630.
- [25] B. Lavanya and A. A. Princy, "A cognitive approach for automatic generation of knowledge map with artificial intelligence," *International Journal of Scientific and Technology Research*, vol. 8, no. 10, pp. 778–782, Oct. 2019.
- [26] H. Zhang *et al.*, "HVCMM: A Hybrid-View Abstractive Model of Automatic Summary Generation for Teaching," *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*, 2023, doi: 10.1109/TNNLS.2023.3269013.
- [27] L. S. Riza, Y. Firdaus, R. A. Sukanto, Wahyudin, and K. A. Fariza, "Automatic generation of short-answer questions in reading comprehension using NLP and KNN," *Multimed Tools Appl*, 2023, doi: 10.1007/S11042-023-15191-6.
- [28] G. Kurdi, J. Leo, B. Parsia, U. Sattler, and S. Al-Emari, "A Systematic Review of Automatic Question Generation for Educational Purposes," *Int J Artif Intell Educ*, vol. 30, no. 1, pp. 121–204, Mar. 2020, doi: 10.1007/S40593-019-00186-Y.
- [29] "Generación automática de elementos Cloze para pruebas repetidas para mejorar la comprensión lectora: colección principal de Web of Science." Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000669522300011>

- [30] H. Atmowardoyo, "Research Methods in TEFL Studies: Descriptive Research, Case Study, Error Analysis, and R & D," *Journal of Language Teaching and Research*, vol. 9, no. 1, pp. 197–204, 2018, doi: 10.17507/JLTR.0901.25.
- [31] B. José and P. Castellanos, "El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales," *Cuadernos de Contabilidad*, vol. 18, no. 46, Oct. 2017, doi: 10.11144/JAVERIANA.CC18-46.UMDI.
- [32] M. Salama, R. Bahsoon, and N. Bencomo, "Managing Trade-offs in Self-Adaptive Software Architectures: A Systematic Mapping Study," *Managing Trade-offs in Adaptable Software Architectures*, pp. 249–297, Jan. 2017, doi: 10.1016/B978-0-12-802855-1.00011-3.
- [33] R. D. Pea, "User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction," *Journal of Educational Computing Research*, pp. 129–134, 1987, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:36522649>
- [34] "Ergonomics of human-system interaction-Human-centred design for interactive systems COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT," 2019, Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: www.iso.org
- [35] A. Oulasvirta, N. R. Dayama, M. Shiripour, M. John, and A. Karrenbauer, "Combinatorial Optimization of Graphical User Interface Designs," *Proceedings of the IEEE*, vol. 108, no. 3, pp. 434–464, Mar. 2020, doi: 10.1109/JPROC.2020.2969687.
- [36] A. : María, J. Pérez Pérez, and F. J. G. Cabrera, "Guía Comparativa de Metodologías Ágiles."
- [37] Q. Yunrui, "Front-End and Back-End Separation for Warehouse Management System," *Proceedings - 11th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA 2018*, pp. 204–208, Oct. 2018, doi: 10.1109/ICICTA.2018.00053.
- [38] I. N. E. Proko, "Analyzing and Testing Web Application Performance," 2013. [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:3006748>
- [39] S. Qing, "Web Performance Testing with Apache Jmeter," *Intelligent Computer and Applications*, 2012, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:62911835>
- [40] L. Zhi-gang, "Third-party software system acceptance testing in practice," *Information Technology*, 2010, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:64089310>
- [41] S. Al-Hurmuzy, Z. Al-Khanjari, and I. Ai-Kindi, "Proposed Feasible PEF framework for User Acceptance Testing," *2018 8th International Conference on Computer Science and*

Information Technology, CSIT 2018, pp. 242–248, Oct. 2018, doi: 10.1109/CSIT.2018.8486225.

- [42] L. Faulkner, “Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing,” *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, vol. 35, no. 3, pp. 379–383, 2003, doi: 10.3758/BF03195514/METRICS.
- [43] J. E. Fox, “The Science of Usability Testing,” 2015.
- [44] J. C. S. Hvidt, L. F. Christensen, C. Sibbersen, S. Helweg-Jørgensen, J. P. Hansen, and M. B. Lichtenstein, “Translation and Validation of the System Usability Scale in a Danish Mental Health Setting Using Digital Technologies in Treatment Interventions,” *Int J Hum Comput Interact*, vol. 36, no. 8, pp. 709–716, May 2020, doi: 10.1080/10447318.2019.1680922.
- [45] A. C. M. Yang, I. Y. L. Chen, B. Flanagan, and H. Ogata, “Automatic Generation of Cloze Items for Repeated Testing to Improve Reading Comprehension,” *Educational Technology & Society*, vol. 24, no. 3, pp. 147–158, 2021, [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/27032862>
- [46] X. Qiu, H. Xue, L. Liang, Z. Xie, S. Liao, and G. Shi, “Automatic Generation of Multiple-choice Cloze-test Questions for Lao Language Learning,” *2021 International Conference on Asian Language Processing, IALP 2021*, pp. 125–130, 2021, doi: 10.1109/IALP54817.2021.9675153.
- [47] F. Maheen *et al.*, “Automatic computer science domain multiple-choice questions generation based on informative sentences,” *PeerJ Comput Sci*, vol. 8, 2022, doi: 10.7717/PEERJ-CS.1010.
- [48] C. Zhang, “Automatic Generation of Multiple-Choice Questions,” Mar. 2023, Accessed: Apr. 14, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2303.14576v1>
- [49] I. Drori *et al.*, “From Human Days to Machine Seconds: Automatically Answering and Generating Machine Learning Final Exams,” Jun. 2022, doi: 10.1145/3580305.3599827.
- [50] D. Kalpakchi and J. Boye, “BERT-based distractor generation for Swedish reading comprehension questions using a small-scale dataset,” *INLG 2021 - 14th International Conference on Natural Language Generation, Proceedings*, pp. 387–403, Aug. 2021, doi: 10.18653/v1/2021.inlg-1.43.
- [51] C. Diwan, S. Srinivasa, G. Suri, S. Agarwal, and P. Ram, “AI-based learning content generation and learning pathway augmentation to increase learner engagement,” *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 4, p. 100110, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.CAEAI.2022.100110.

- [52] J. Doughty *et al.*, “A Comparative Study of AI-Generated (GPT-4) and Human-crafted MCQs in Programming Education,” *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 114–123, Jan. 2024, doi: 10.1145/3636243.3636256.
- [53] Q. Wang, R. Rose, N. Orita, and A. Sugawara, “Automated Generation of Multiple-Choice Cloze Questions for Assessing English Vocabulary Using GPT-turbo 3.5,” Mar. 2024, Accessed: Apr. 14, 2024. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2403.02078v1>
- [54] T. Song, Q. Tian, Y. Xiao, and S. Liu, “Automatic Generation of Multiple-Choice Questions for CS0 and CS1 Curricula Using Large Language Models,” *Communications in Computer and Information Science*, vol. 2023 CCIS, pp. 314–324, 2024, doi: 10.1007/978-981-97-0730-0_28/COVER.
- [55] A. Reyes-Flores, C. Mezura-Godoy, and E. Benitez-Guerrero, “Requirements analysis for tangible user interfaces for collaborative use,” *2019 IEEE International Conference on Engineering Veracruz, ICEV 2019*, Oct. 2019, doi: 10.1109/ICEV.2019.8920683.
- [56] M. A. Shafqat, T. Das, S. S. Ali, S. M. K. U. R. Raazi, F. Ali, and A. Mehmood, “Challenges faced by Business Analysts eliciting User Requirements in the software industry: A survey-based study,” *Proceedings of the 2021 Mohammad Ali Jinnah University International Conference on Computing, MAJICC 2021*, Jul. 2021, doi: 10.1109/MAJICC53071.2021.9526267.
- [57] K. M. Ford, “Who Will Use This and Why? User Stories and Use Cases,” *Information Technology and Libraries*, vol. 38, no. 1, pp. 5–7, Mar. 2019, doi: 10.6017/ITAL.V38I1.10979.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Preguntas de la encuesta docente – Estudiante

Encuesta Estudiante

¿Qué tipo de materiales prefieres utilizar al estudiar para evaluaciones?

¿Qué tan útil encuentras la realización de cuestionarios en línea para evaluar tus conocimientos?

Después de completar un cuestionario, ¿cómo prefieres recibir recursos para reforzar los temas en los que necesitas mejorar?

¿Con qué frecuencia utilizas organizadores gráficos para estructurar y visualizar el contenido de estudio?

¿Cómo prefieres que el sistema web te proporcione retroalimentación sobre tus resultados en los cuestionarios?

¿Con qué tipo de dificultades te encuentras más frecuentemente al estudiar?

¿Has utilizado organizadores gráficos o cuestionarios en línea para estudiar? Si es así, ¿cómo ha sido tu experiencia?

¿Dónde sueles estudiar con mayor frecuencia?

¿Qué características consideras más importantes en un sistema web para la educación?

Encuesta Docente

¿Con qué frecuencia creas cuestionarios de opción múltiple para tus evaluaciones?

¿Qué aspectos consideras más desafiantes al elaborar cuestionarios para tus estudiantes?

¿Cómo compartes actualmente los recursos educativos con tus estudiantes?

¿Qué funcionalidades consideras importantes en una herramienta para compartir recursos con los estudiantes?

¿Cómo calificarías tu nivel de comodidad utilizando tecnología en la enseñanza?

¿Qué tipo de capacitación o apoyo consideras necesario para implementar efectivamente tecnología educativa en tu enseñanza?

¿Qué tan valiosa sería para ti la capacidad de generar automáticamente preguntas de opción múltiple para tus evaluaciones?

Al generar preguntas automáticamente, ¿qué factores son más importantes para ti?

¿Con qué frecuencia utilizas organizadores gráficos como herramienta de enseñanza en tus clases?

¿Cómo crees que los organizadores gráficos pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje en tu asignatura?

Anexo 2: Definición de requerimientos con ayuda de usuario

The screenshot shows a Google Meet window with two participants: LISTER LEONARDO ME... and Nancy Narvaez Bonilla. The main content area displays a document titled 'LISTADO DE REQUERIMIENTOS' and a Google Form titled 'Formulario sin título'.

LISTADO DE REQUERIMIENTOS

Requerimientos del sistema web EduGeniusAI

Requerimientos comunes

1. **Registro de usuarios:** Permitir que tanto estudiantes como docentes se registren sistema con información relevante.
2. **Inicio de Sesión con Diferentes Roles:** Facilitar el inicio de sesión con roles distintos diferenciando entre estudiantes y docentes.

Requerimientos específicos para Docentes:

1. **Registrar Asignaturas:** Posibilitar a los docentes registrar nuevas asignaturas detalles relevantes (nombre, código, descripción).
2. **Subida de Materiales Educativos:** Permitir a los docentes subir materiales educativos (documentos, videos, enlaces) a una asignatura específica.
3. **Creación de Evaluaciones:** Facilitar la creación de evaluaciones.
- 4.
- 5.

Formulario sin título

Preguntas: 19.7% Respuestas: 33.3% Configuración

¿Qué tan valiosa sería para ti la capacidad de generar automáticamente preguntas de opción múltiple para tus evaluaciones?

6 respuestas

100%

● Extremadamente valiosa
● Muy valiosa
● Algo valiosa
● Poco valiosa
● Nada valiosa

Anexo 3: Tabla para definir requerimientos de EduGeniusAI

Tabla de requerimientos			
Req. #:	Módulo	Nombre del requerimiento	Detalle del requerimiento

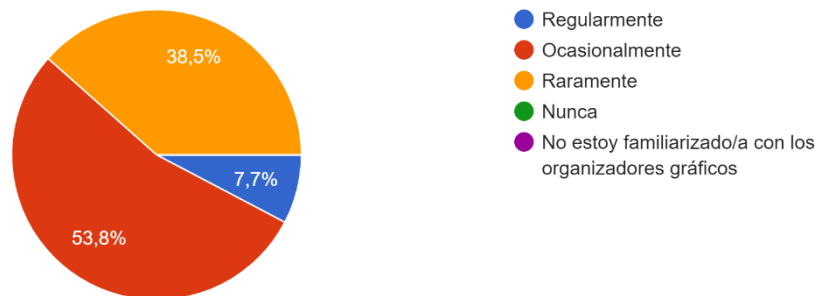
Anexo 4: Plantilla de resultados de la prueba de aceptación

Requerimiento #: 10		Nombre del tester:				Fecha de ejecución:	
	Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester			Comentarios	
	Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio	Bajo		
Caso de prueba #: 1	Iniciar Sesión						
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_IS							

Anexo 5: Resultados de la encuesta realizada a estudiantes

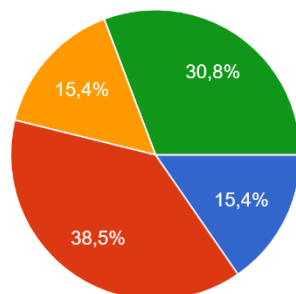
¿Con qué frecuencia utilizas organizadores gráficos para estructurar y visualizar el contenido de estudio?

13 respuestas



¿Cómo prefieres que el sistema web te proporcione retroalimentación sobre tus resultados en los cuestionarios?

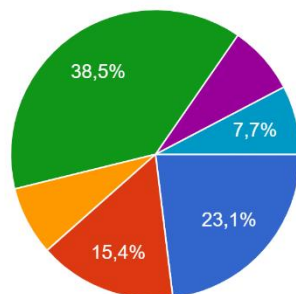
13 respuestas



- Comentarios inmediatos después de cada pregunta
- Un resumen al final del cuestionario
- Sugerencias personalizadas basadas en el rendimiento
- Una combinación de las anteriores

¿Con qué tipo de dificultades te encuentras más frecuentemente al estudiar?

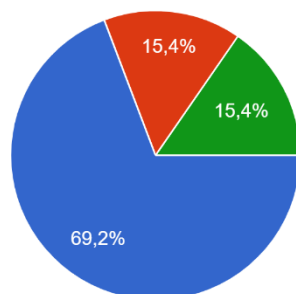
13 respuestas



- Comprensión de los temas
- Retención de la información
- Falta de interés o motivación
- Distracciones en el entorno de estudio
- Una combinación de las anteriores
- Distracción

¿Dónde sueles estudiar con mayor frecuencia?

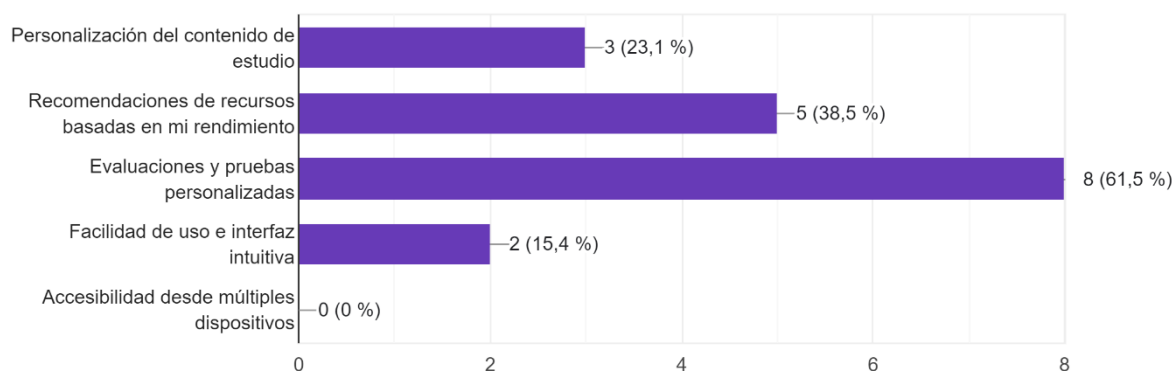
13 respuestas



- En casa
- En la biblioteca
- En cafeterías o espacios públicos
- En la escuela o universidad

¿Qué características consideras más importantes en un sistema web para la educación?

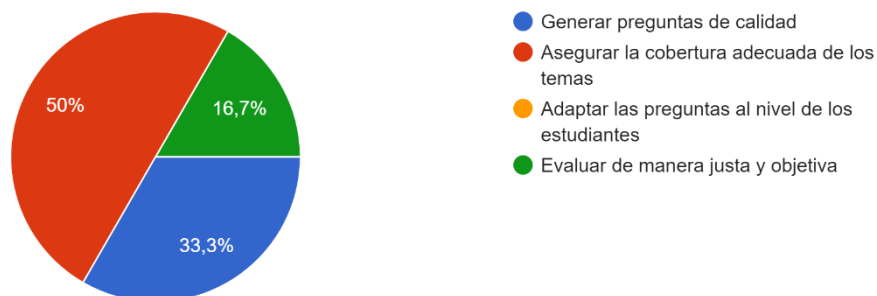
13 respuestas



Anexo 6: Resultados de la encuesta realizada a docentes

¿Qué aspectos consideras más desafiantes al elaborar cuestionarios para tus estudiantes?

6 respuestas



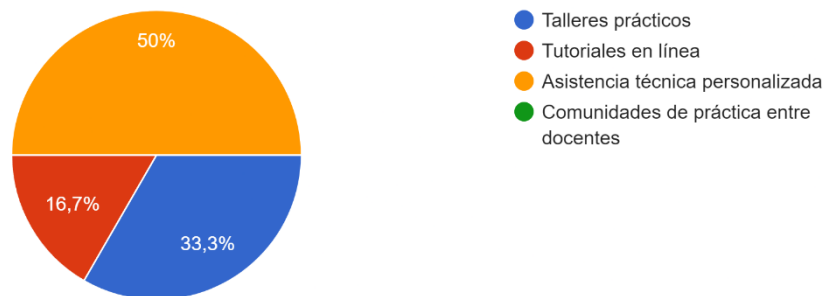
¿Cómo calificarías tu nivel de comodidad utilizando tecnología en la enseñanza?

6 respuestas



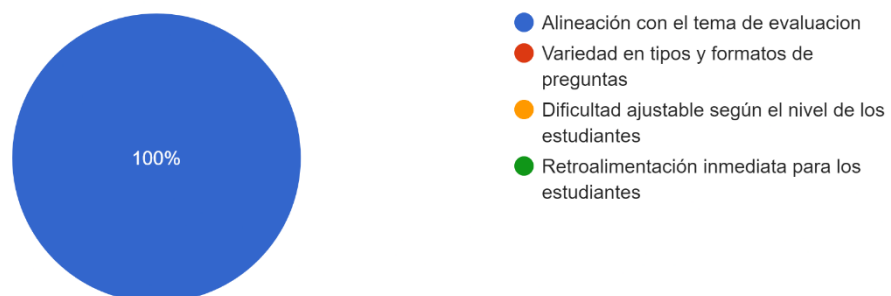
¿Qué tipo de capacitación o apoyo consideras necesario para implementar efectivamente tecnología educativa en tu enseñanza?

6 respuestas



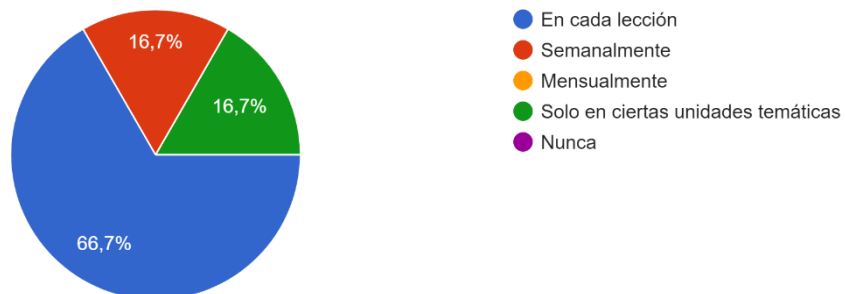
Al generar preguntas automáticamente, ¿qué factores son más importantes para ti?

6 respuestas



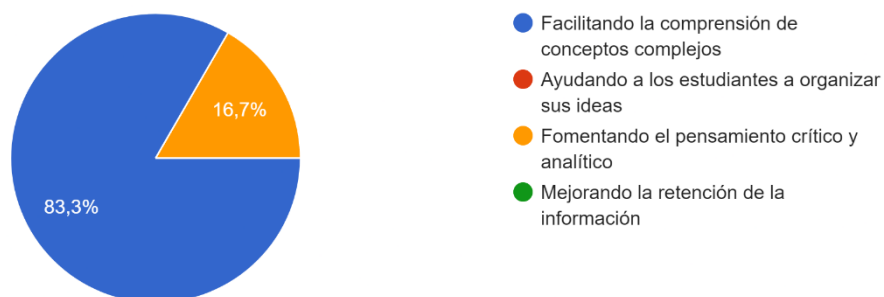
¿Con qué frecuencia utilizas organizadores gráficos como herramienta de enseñanza en tus clases?

6 respuestas



¿Cómo crees que los organizadores gráficos pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje en tu asignatura?

6 respuestas



Anexo 7: Interfaz para responder un cuestionario en EduGeniusAI

EduGeniusAI

Cerrar sesiónListar

Instrucciones

- No cambies la pestaña
- No minimices la ventana

En curso **Componentes básicos del computador**

Total de Preguntas: 5

Pregunta 1

Pregunta 2

Pregunta 3

Pregunta 4

Pregunta 5

¿Qué componente del computador se encarga de almacenar temporalmente la información necesaria para que el procesador pueda acceder a ella rápidamente?

☐ Disco duro

☐ Memoria RAM

☐ Procesador

☐ Tarjeta de video

✓ Enviar cuestionario

Tiempo

9 min : 44 seg

Anexo 8: Reporte de los resultados de un cuestionario

Resultado de la prueba

Puntos conseguidos : 2

Respuestas correctas : 1

Imprimir

Videos Recomendados

Inicio

Preguntas Fallidas:

✓ ¿Cuál es el inverso aditivo del número real -5?

5

-5

-1/5

1/5

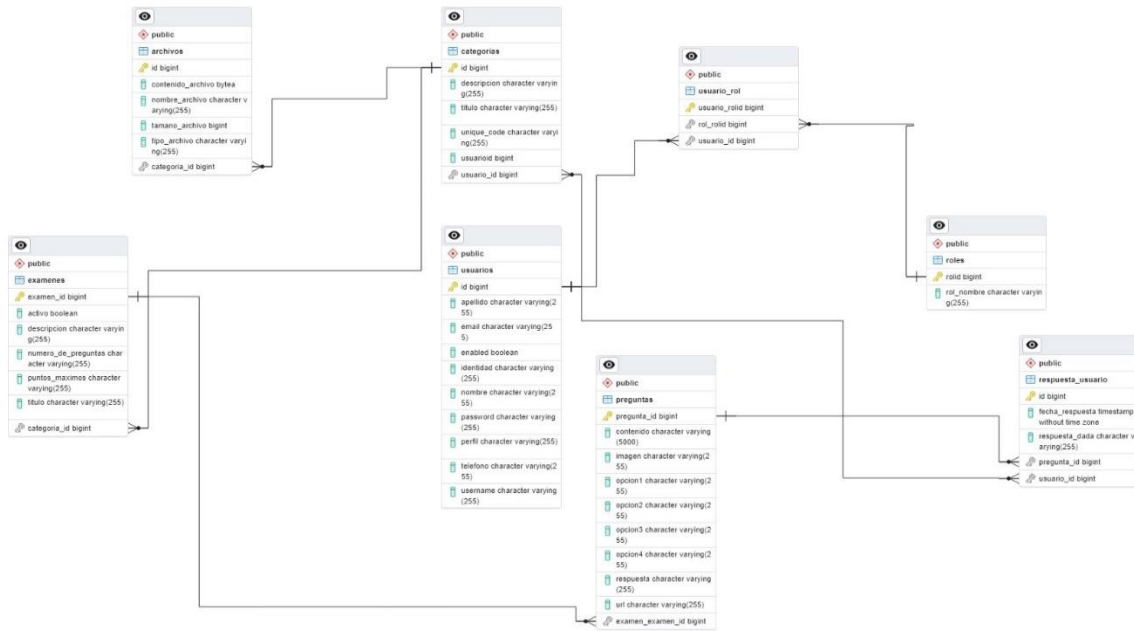
Respuesta correcta: -1/5

Tu respuesta: 5

Justificación: El inverso aditivo de un número real es aquel que, sumado al número inicial, da como resultado cero. Por lo tanto, el inverso aditivo de -5 es 1/5.

[Leer más](#)

Anexo 9: Diseño de la Base de datos



Anexo 10: Prueba de aceptación con usuario



Anexo 11: Resultados Prueba de aceptación con usuario

Firma: 

Requerimiento #: 1		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel				Fecha de ejecución:	
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios	
	Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio	Bajo		
Caso de prueba #: 1	Registrar Asignatura	Se registra			X		
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_RA			☒		☐		
Requerimiento #: 2		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel				Fecha de ejecución:	
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios	
	Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio	Bajo		
Caso de prueba #: 1	Crear Cuestionario	Se guarda			X		
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_CC			☒		☐		
Requerimiento #: 3		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel				Fecha de ejecución:	
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios es buena la aplicación excelente	
	Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio	Bajo		
Caso de prueba #: 1	Agregar preguntas	Se registra de manera rápida.			X		
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_AP			☒		☐		

Requerimiento #: 7		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel			Fecha de ejecución:		
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios	
		Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio		Bajo
Caso de prueba #: 1	Resolver un cuestionario	Sin hace logue detalla el requerimiento.					X
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_RC			☒	☐			
Requerimiento #: 8		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel			Fecha de ejecución:		
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios	
		Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio		Bajo
Caso de prueba #: 1	Revisar recomendaciones	Recomienda videos y enlaces externos					X
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_RR			☒	☐			
Requerimiento #: 9		Nombre del tester: Chimbo Peggy Maribel			Fecha de ejecución:		
		Pasos del Caso de Prueba		Opinión del tester		Comentarios	
		Resultado esperado	Resultado actual	Alto	Medio		Bajo
Caso de prueba #: 1	Registrar una cuenta	Si se registra y puede iniciar sesión con nuevas credenciales					X
Versión #: 1			Aceptado		No aceptado		
Nombre del caso: CP_RC			☒	☐			

Anexo 12: Consentimiento firmado por el usuario – Prueba preliminar

CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES Y AUTORIZACIÓN PARA SU USO

Nombre: Jhon Vera Macias

Email: jmacias@gmail.com

Fecha: 07/02/2024

De acuerdo con lo estipulado en el Registro Oficial Suplemento No. 459 de 26 de mayo de 2021 donde se publicó la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Esta tiene por objeto garantizar el derecho a la protección de datos personales, que incluye el acceso y decisión sobre la información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. Se procede con el siguiente consentimiento.

CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES

Por la presente, doy mi consentimiento para que me tomen fotografías. El término “imagen” incluye video o fotografía fija, en formato digital o de otro tipo, y cualquier otro medio de registro o reproducción de imágenes. Por la presente, autorizo el uso con fines didácticos o educativos.

PROPÓSITO

Por la presente, autorizo el uso de la(s) imágenes(s) para el propósito de evidencia del proceso de investigación en la Carrera de Software de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, que pertenece a la UTEQ. Para la realización de un proyecto de investigación del que soy voluntario.

Doy mi consentimiento para que se tomen imágenes de mi persona y autorizo el uso o la divulgación de tal(es) fotografía(s) a fin de contribuir con los objetivos científicos, de tratamiento, y por el presente renuncio a cualquier derecho a recibir compensación por tales usos en virtud de la autorización precedente. Por la presente, yo y mis sucesores o cesionarios eximimos al centro y a sus empleados, a los investigadores y a cualquier otra persona que participe en mi atención, y a sus sucesores y cesionarios, de toda responsabilidad ante cualquier reclamo por daños o de indemnización que surja de las actividades autorizadas por este acuerdo.

DERECHOS

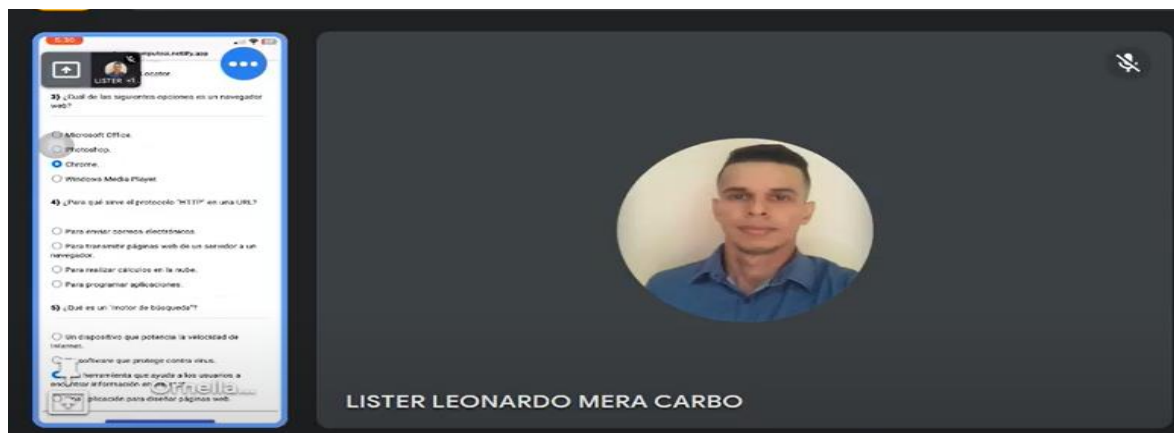
- Puedo solicitar que cese la filmación o grabación en cualquier momento.
- Puedo rescindir esta autorización hasta una fecha razonable antes de que se utilice la imagen, pero debo hacerlo por escrito, remitido al equipo investigador.
- Puedo inspeccionar u obtener una copia de las imágenes cuyo uso estoy autorizando.
- Puedo negarme a firmar esta autorización.
- Tengo derecho a recibir una copia de esta autorización.
- Entiendo que no recibiré ningún tipo de compensación financiera.

Firma:



Nombres y apellidos: John Steven Vera Macias
CI: 0928085158

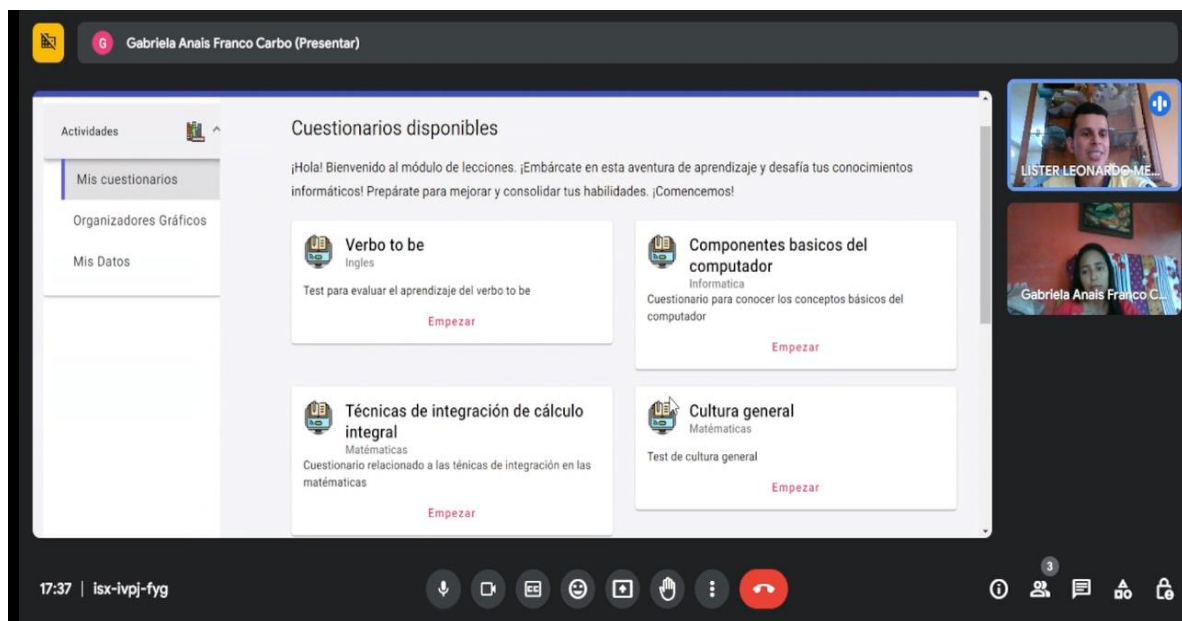
Anexo 13: Prueba preliminar del sistema web



Anexo 14: Información Post-Test – Prueba piloto

Documento para Recolección de Información al Aplicar la Técnica IPO "Información Post-Test"
Fecha de la Entrevista: 07/02/2024 Entrevistador: Lister Leonardo Mera Carbo Tipo de Entrevista: ☐ Directa (presencialmente) ☒ Remota Nombre Sujeto a Entrevistar: Sebastián Pérez
¿Cuáles son los principales problemas que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusAi? Su diseño se podría mejorar con otra gama de colores más claros. Al registrarse no te lleva directamente a la aplicación. ¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusAi? Existen demasiados campos al momento de registrarse. Hacen falta botones para navegar de mejor manera por la aplicación, al momento de ver los resultados de las evaluaciones. ¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta e-learning EduGeniusAi? Añadir un módulo de deberes, en el cual los usuarios puedan subir sus deberes y en caso de ser necesario se modifique la fecha de entrega. Implementar un módulo de práctica, para que los estudiantes realicen simulaciones de las evaluaciones. ¿Tienes alguna (s) sugerencia (s) de mejora para la prueba realizada? Poner tareas de usabilidad un poco mas complejas con el objetivo de analizar todo el software. ¿Tienes alguna crítica o queja de la interfaz de usuario? Me parece algo simple. ¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada? Podría mejorarse cambiando el color y dando más dinamismo al menú

Anexo 15: Sesiones de la evaluación de usabilidad





Anexo 16: Consentimiento firmado – Prueba final

CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES Y AUTORIZACIÓN PARA SU USO

Nombre: Gabriela Anahís Franco Carbo

Email: gabrielafrancocarbo@gmail.com

Fecha: 8 de mar. de 24

De acuerdo con lo estipulado en el Registro Oficial Suplemento No. 459 de 26 de mayo de 2021 donde se publicó la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Esta tiene por objeto garantizar el derecho a la protección de datos personales, que incluye el acceso y decisión sobre la información y datos de este carácter, así como su correspondiente protección. Se procede con el siguiente consentimiento.

CONSENTIMIENTO PARA LA TOMA DE IMÁGENES

Por la presente, doy mi consentimiento para que me tomen fotografías. El término “imagen” incluye video o fotografía fija, en formato digital o de otro tipo, y cualquier otro medio de registro o reproducción de imágenes. Por la presente, autorizo el uso con fines didácticos o educativos.

PROPÓSITO

Por la presente, autorizo el uso de la(s) imágenes(s) para el propósito de evidencia del proceso de investigación en la Carrera de Software de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, que pertenece a la UTEQ. Para la realización de un proyecto de investigación del que soy voluntario.

Doy mi consentimiento para que se tomen imágenes de mi persona y autorizo el uso o la divulgación de tal(es) fotografía(s) a fin de contribuir con los objetivos científicos, de tratamiento, y por el presente renuncio a cualquier derecho a recibir compensación por tales usos en virtud de la autorización precedente. Por la presente, yo y mis sucesores o cesionarios eximimos al centro y a sus empleados, a los investigadores y a cualquier otra persona que participe en mi atención, y a sus sucesores y cesionarios, de toda responsabilidad ante cualquier reclamo por daños o de indemnización que surja de las actividades autorizadas por este acuerdo.

DERECHOS

- Puedo solicitar que cese la filmación o grabación en cualquier momento.
- Puedo rescindir esta autorización hasta una fecha razonable antes de que se utilice la imagen, pero debo hacerlo por escrito, remitido al equipo investigador.
- Puedo inspeccionar u obtener una copia de las imágenes cuyo uso estoy autorizando.
- Puedo negarme a firmar esta autorización.
- Tengo derecho a recibir una copia de esta autorización.
- Entiendo que no recibiré ningún tipo de compensación financiera.

Firma



Anexo 17: Tareas para usuarios para la evaluación de usabilidad

Tareas para Usuarios

Tarea 1: Registro de Usuario e Inicio de sesión en la aplicación web EduGeniusAI

1. Abrir la aplicación web EduGeniusAI
2. Seleccione la opción “Registrar”
3. Ingrese información correspondiente (Nombre de usuario, contraseña, nombres, apellidos, correo electrónico, contacto, numero de identidad, rol (estudiante).
Los datos requeridos son: nombre de usuario, contraseña y rol.
4. Dar clic en Registrar
5. Dirigirse a la opción de iniciar sesión e ingresar las credenciales respectivas: nombre de usuario y contraseña.

Tarea 2: Realizar un cuestionario de su elección.

1. Clic en Actividades.
2. Luego, dar clic en Mis cuestionarios, elegir la opción de Listado de cuestionario
3. Dar clic en Empezar en el cuestionario de su interés.
4. Lee las instrucciones y Dar clic en Comenzar prueba
5. Responder preguntas según su conocimiento
6. Una vez finalizado, Clic en Enviar cuestionario
7. Dar clic en Videos recomendados, para visualizar las recomendaciones del sistema inteligente.
8. Si has fallado en una pregunta, el sistema te mostrará las preguntas en que has fallado y podrás hacer clic en Leer más para obtener una retroalimentación de la pregunta.

Tarea 3: Generar Organizador gráfico

1. Dar clic en Organizadores gráficos.
2. Inserta el tema y la asignatura en la cual está relacionado el tema.
3. Da clic en Organizador 1.
4. Esperar un momento hasta que se genera la información. (En el caso de que se muestre un mensaje de alerta) debe de nuevo dar clic en Organizador 1 para generar nuevamente el organizador gráfico.
5. Puede dar clic en el organizador 2, para visualizar otro tipo de organizador.

Anexo 18: Información Post Test – Evaluación Final

Figura 6.12: Documento para la recolección de información durante la aplicación de la técnica Información Post-Test

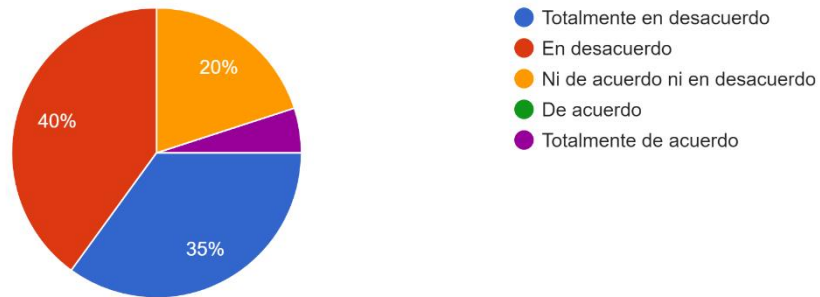
Documento para Recolección de Información al Aplicar la Técnica IPO "Información Post-Test"	
Fecha de la Entrevista: 07/03/2024 Entrevistador: Lister Leonardo Mera Carbo Tipo de Entrevista: ☒ Directa (presencialmente), ☐ Remota Nombre Sujeto a Entrevistar: Steven Leonardo Bello Castillo	
1. ¿Cuáles son los principales problemas que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusIA?	Costos altos y Organizadores Gratuitos
2. ¿Cuáles son los principales problemas de usabilidad que encontraste en la herramienta e-learning EduGeniusIA?	Generación de organizadores gratuitos por el tipo de formato
3. ¿Tienes algunas propuestas de mejora para la interacción con la herramienta e-learning EduGeniusIA?	Diseño y mas herramientas
4. ¿Tienes alguna (s) sugerencia (s) de mejora para la prueba realizada?	Dar mas actividades o herramientas
5. ¿Tienes alguna crítica o queja de la interfaz de usuario?	Ninguna
6. ¿Cómo piensas que la interfaz de usuario (o una parte de ella) podría ser rediseñada?	Solicitud de mas datos a tener que desea el usuario

Firma: Steven

Anexo 19: Resultados de la encuesta SUS de la prueba final de usabilidad

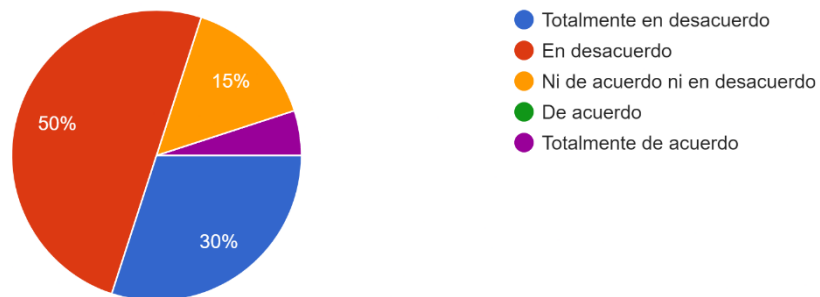
Encontré el producto innecesariamente complejo

20 respuestas



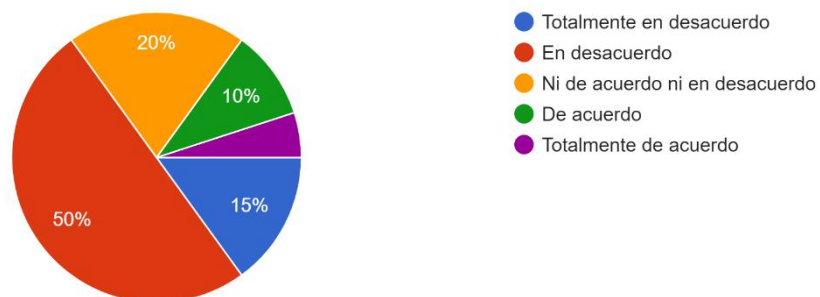
¿Creo que voy a necesitar la ayuda de una persona técnica para poder utilizar este producto?

20 respuestas



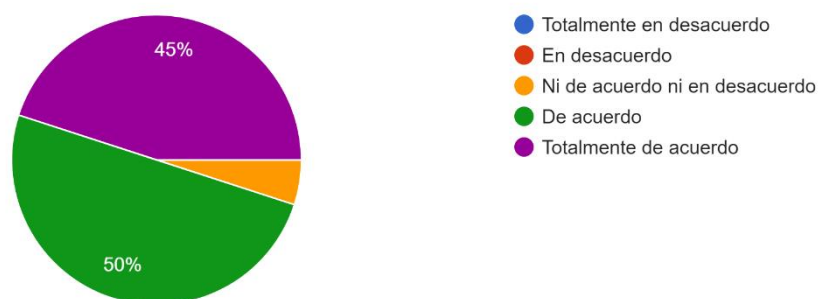
¿Me pareció que había demasiada inconsistencia en este producto?

20 respuestas



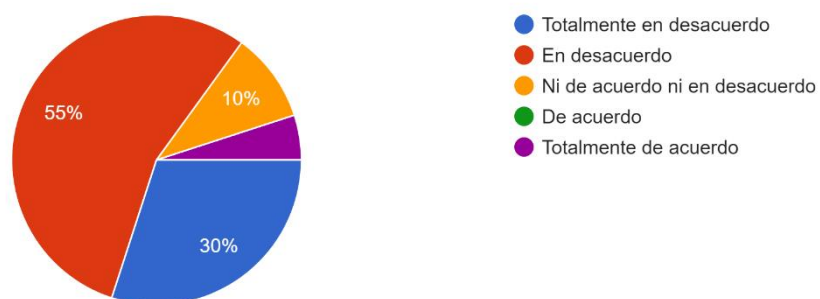
¿Me imagino que la mayoría de personas aprenderían a usar este producto muy rápidamente?

20 respuestas



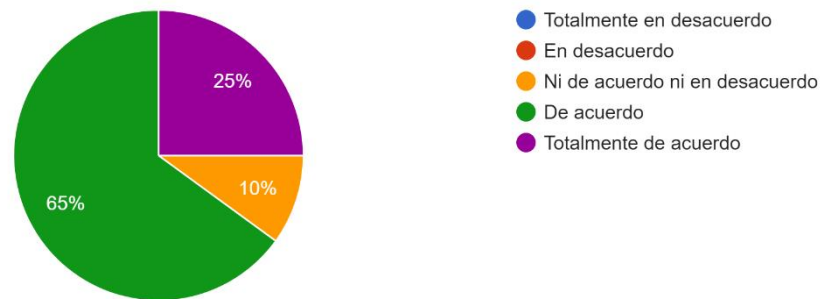
¿Me pareció que el producto es muy complicado de usar?

20 respuestas



¿Me sentí con mucha confianza al usar el producto?

20 respuestas



¿Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera comenzar a utilizar este producto?

20 respuestas

