



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.

Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO INTEGRADOR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

TEMA:

SISTEMA INFORMÁTICO CON IA PARA LA ORIENTACIÓN ACADÉMICA EN LA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE ULEAM EL CARMEN.

AUTOR:

ORTIZ PANEZO JHON JAIRON

TUTOR:

ING.SINCHIGUANO CHIRIBOGA CESAR AUGUSTO, MSc.

EL CARMEN AGOSTO 2026

Certificación del director de trabajo de graduación

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **ORTIZ PANEZO JHON JAIRON**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información, periodo académico 2026(1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **"SISTEMA INFORMÁTICO CON IA PARA LA ORIENTACIÓN ACADÉMICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE ULEAM EL CARMEN."**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente. Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 31 de Julio de 2026.

Lo certifico,


Ing. Sindigango Chiriboga César Augusto, MSc.
Docente Tutor

Área: Tecnología de la Información

Tribunal de sustentación

Tribunal de sustentación



Uleam

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Extensión El Carmen

Carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título del Trabajo de Titulación:

Sistema Informático Con IA Para La Orientación Académica En La Carrera De Ingeniería De Software Uleam El Carmen.

Modalidad:

Proyector Integrador

Autor:

Ortiz Panezo Jhon Jairon

Tutor:

Ing. Shinchiguano Chiriboga César Augusto, MSc.

Tribunal de Sustentación:

- **Presidente:** Ing. Mora Marcillo Alex Bladimir, MSc.

- **Miembro:** Ing. Quiroz Valencia Arturo Patricio, MSc.

- **Miembro:** Ing. Villarreal Cobena Angel Wilson, MSc.

Fecha de Sustentación:

21 agosto de 2026

Declaración expresa de autoría

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad del contenido de este Trabajo de titulación, cuyo tema es: Sistema informático con IA para la Orientación académica en la Carrera de Ingeniería de Software El Carmen., corresponde exclusivamente a: Ortiz Panezo Jhon Jairon con CI. 1316408200, y los derechos patrimoniales de la misma corresponden a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Ortiz Panezo Jhon Jairon

C.I. 1316408200

Dedicatoria

Con profundo agradecimiento, dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido el pilar fundamental de mi vida y el motor que impulsó cada uno de mis pasos. Gracias por tu amor incondicional, por cada sacrificio realizado y por creer en mí incluso cuando el camino parecía difícil. Este logro también es tuyo, porque sin tu apoyo constante y tu confianza, no habría sido posible llegar hasta aquí.

A mi hermana y a mis hermanos, quienes han sido una fuente constante de inspiración y un ejemplo de esfuerzo, perseverancia y superación. Siempre admiré la grandeza que veía en cada uno de ustedes, y ese ejemplo despertó en mí el deseo de crecer, de superarme cada día y de demostrarme que con dedicación y disciplina es posible alcanzar cualquier meta. Ustedes fueron una de las motivaciones más importantes para seguir adelante y convertirme en una mejor persona.

A una persona muy especial que, aunque hoy ya no forme parte de mi vida, estuvo presente en algunos de los momentos más difíciles de este camino. Gracias por escucharme, comprenderme y brindarme el apoyo emocional que tanto necesité. Tu compañía y tus palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante cuando más lo necesitaba. Este logro también honra la promesa de nunca rendirme y de continuar luchando por mis sueños.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra forma, me brindaron una palabra de aliento, su confianza y su apoyo durante esta etapa. Gracias por acompañarme en este camino y por formar parte de este importante logro.

Jhon Jairon Ortiz Panezo

Agradecimiento

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de esta importante etapa de mi vida académica.

A mi madre, por su amor incondicional, su esfuerzo y el apoyo constante que me brindó durante toda mi formación universitaria. Gracias por creer siempre en mí y por motivarme a seguir adelante hasta alcanzar este logro.

A mi hermana y a mis hermanos, quienes, con su ejemplo de perseverancia, disciplina y superación, fueron una fuente de inspiración para dar lo mejor de mí y mantenerme firme en el cumplimiento de mis objetivos.

Expreso también mi agradecimiento al Ing. César Augusto Sinchiguano Chiriboga, MSc., tutor de este trabajo de investigación, por su orientación, conocimientos y acompañamiento durante el desarrollo de este proyecto. Asimismo, agradezco a los docentes y a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por contribuir a mi formación profesional.

Jhon Jairon Ortiz Panezo

Índice de contenidos

Contenido

Portada.....	I
Certificación del director de trabajo de graduación.....	III
Tribunal de sustentación	IV
Declaración expresa de autoría.....	V
Dedicatoria.....	VI
Agradecimiento	VII
Índice de contenidos.....	VIII
Índice tablas.....	XII
Índice gráficos e ilustraciones	XIII
Índice de anexos.....	XIV
Resumen	XV
Abstract.....	XVI
CAPÍTULO I:.....	1
1 Introducción	1
1.1 Presentación del Tema	2
1.2 Ubicación y Contextualización de la Problemática	2
1.3 Planteamiento del problema.....	3
1.3.1 Problematización.....	3
1.4 Diagrama Causa – Efecto del Problema	4
1.5 Objetivos	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
1.6 Justificación	5
1.7 Impactos Esperados	7
1.7.1 Impacto Tecnológico	7
1.7.2 Impacto Social	7
1.7.3 Impacto Ecológico	8
1.8 Viabilidad.....	9
1.9 Variables de Estudio	10
CAPÍTULO II.....	11

2	MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1	Antecedentes Históricos.....	12
2.1.1	Orígenes y sistematización analógica (siglo XII - 1980).....	12
2.1.2	Sistemas de gestión y primera digitalización (1980 - 2010).....	12
2.1.3	Asistentes conversacionales deterministas (2010 - 2020)	13
2.1.4	Inteligencia Artificial Generativa y RAG (2020 - Actualidad)	13
2.1.5	Contextualización en la ULEAM, Extensión El Carmen	13
2.2	Antecedentes de Investigaciones Relacionadas	14
2.2.1	Evolución de los Sistemas de Orientación Académica.....	14
2.2.2	Limitaciones de los Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) en la Nube..	14
2.2.3	La Arquitectura RAG y los Modelos Locales como Solución	15
2.2.4	Estado Actual y Brechas Específicas de Investigación.....	15
2.3	Definiciones Conceptuales.....	16
2.3.1	Inteligencia Artificial (IA)	16
2.3.2	Modelos de Lenguaje Grande (LLM).....	17
2.3.3	Generación Aumentada por Recuperación (RAG)	17
2.3.4	Bases de Datos Vectoriales y Embeddings	18
2.3.5	Orientación Académica.....	19
2.4	Conclusiones del Marco teórico.....	19
	CAPÍTULO III:.....	21
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.1	Introducción.....	21
3.2	Tipos de investigación	21
3.2.1	Investigación Aplicada.....	21
3.3	Métodos de investigación	22
3.3.1	Método Analítico-Sintético.....	22
3.3.2	Método Inductivo-Deductivo.....	22
3.4	Fuentes de información.....	23
3.4.1	Fuentes Primarias.....	23
3.4.2	Investigación Descriptiva.....	23
3.4.3	Fuentes Secundarias.....	24
3.5	Estrategias operacionales para la recolección de datos.....	24
3.5.1	Población sujeta de estudio.....	24
3.5.2	Análisis de herramientas de recolección.....	25

3.5.3	Encuesta	27
3.5.4	Entrevista	29
3.5.5	Plan de recolección de datos	30
3.6	Análisis y presentación de resultados	31
3.6.1	Tabulación y análisis de datos	32
3.6.2	Analisis de entrevista al Coordinador de carrera	49
3.6.3	Presentación y descripción de los resultados obtenidos	49
3.6.4	Informe final del análisis de los datos.....	50
CAPÍTULO IV:		52
4	MARCO PROPOSITIVO	52
4.1	Introducción	52
4.2	Descripción de la propuesta	53
4.3	Determinación de recursos.....	54
4.3.1	Humanos	54
4.3.2	Tecnológicos	55
4.3.3	Económicos.....	57
4.4	Desarrollo del sistema bajo la metodología Scrum.....	59
4.4.1	Descripción del producto	59
4.4.2	Historias de usuario.....	61
4.4.3	Diseño del sistema / Descripción técnica.....	63
4.4.4	Diagramas de Estados	69
4.4.5	Diagrama de base de datos.....	73
4.4.6	Arquitectura del sistema	73
4.4.7	Roles y responsabilidades	74
4.4.8	Planificación del Sprint.....	74
4.4.9	Product Backlog.....	75
4.4.10	Diseño de interfaz (UI).....	76
4.4.11	Definition of Done (DoD)	82
4.4.12	Eventos Scrum.....	83
4.4.13	Proceso de pruebas	84
4.4.14	Incremento y entregables.....	85
CAPÍTULO V:		86
5	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	86
5.1	Introducción	86

5.2	Presentación y Monitoreo de resultados	86
5.2.1	Monitoreo de Latencia y Tiempo de Respuesta.....	87
5.2.2	Precisión del Motor RAG y Mitigación de Alucinaciones	88
5.2.3	Consumo de Recursos y Privacidad Institucional.....	89
5.3	Análisis de usabilidad y validación operativa.....	89
CAPÍTULO VI:		91
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
6.1	Conclusiones	91
6.2	Recomendaciones	92
7	Bibliografía	94
8	Anexo.....	99
9	Glosario.....	102

Índice tablas

Tabla 1: Variables de estudio	10
Tabla 2 Cronograma de aplicación de los instrumentos de recolección de datos	31
Tabla 3 Tabulación de la encuesta aplicada a estudiantes (N=128)	48
Tabla 4 Síntesis cualitativa de la entrevista aplicada a Coordinación y Secretaría	49
Tabla 5 Determinación de los recursos humanos involucrados en el proyecto	55
Tabla 6 Especificaciones técnicas de la infraestructura de Hardware	56
Tabla 7 Desglose de las herramientas, lenguajes y entornos de Software	57
Tabla 8 Recursos y Presupuesto Estimado del Proyecto	59
Tabla 9 Monitoreo de tiempos de latencia operativa del motor RAG (N=50 transacciones)	87
Tabla 10 Evaluación de precisión semántica y mitigación de alucinaciones	88

Índice gráficos e ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama causa efecto	4
Ilustración 2 Casos de uso.....	64
Ilustración 3 Secuencia de Consulta Semántica (Motor RAG).....	66
Ilustración 4 Secuencia de Ingesta y Vectorización de Documentos.....	67
Ilustración 5 Secuencia de Autenticación de Administrador (Login).....	68
Ilustración 6 Máquina de Estados: Sesión del Administrador (Autenticación JWT).....	70
Ilustración 7 Máquina de Estados: Modelo de Inteligencia Artificial (Motor RAG)	72
Ilustración 8 Base de datos.....	73
Ilustración 9 Flujo Arquitectónico y del Modelo RAG	73
Ilustración 10 Mapa de navegación.....	77
Ilustración 11 Pantalla del sistema	79
Ilustración 12 Vista Dashboard de Administración	80
Ilustración 13 Página Chatbot (Ingesta RAG)	81
Ilustración 14 Página Sitio Web (Gestión CRUD)	82

Índice de anexos

Anexo A: Asignación de tutor.....	99
Anexo B: Entrevista con el coordinador de carrera	100
Anexo C: Cuestionario.....	100
Anexo D: Certificado de Compilatio	101

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como propósito desarrollar un sistema informático basado en inteligencia artificial para mejorar el proceso de orientación académica en la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, extensión El Carmen. La propuesta se crea por la necesidad de generar acceso a la información institucional, a los estudiantes que, en muchas ocasiones, encuentran desafíos para obtener respuestas oportunas sobre reglamentos, procesos académicos, malla curricular u otras informaciones universitarias.

La investigación se desarrolló con la revisión de documentos, bibliografías y artículos, complementada con la aplicación de encuesta y entrevista a estudiantes y personal académico. La información recopilada identificó las principales necesidades con relación al acceso de la información de la carrera y establecer los requisitos para el desarrollo de una solución que contribuya a mejorar el proceso.

Para comprender la problemática se desarrolló e implemento un sistema inteligente capaz de generar respuesta a consultas en lenguaje natural utilizando metodología ágil, que permitió organizar el trabajo por etapas y validar continuamente el funcionamiento de la idea durante su implementación.

La evidencia obtenida refleja que el sistema facilita el acceso a Información académica y en especial de la carrera, disminuye el tiempo para realizar consultas y genera respuestas fundamentadas por documentación institucional. En consecuencia, la propuesta constituye una herramienta de apoyo para el estudiante y personal académico, contribuye al fortalecimiento del proceso de orientación y a la mejora de gestión para distribuir información dentro de la institución.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Sistema Informático, Orientación Académica, Recuperación de Información, Educación Superior.

Abstract

This research project aims to develop an artificial intelligence-based computer system to improve the academic guidance process within the Software Engineering program at the Laica "Eloy Alfaro" University of Manabí (El Carmen extension). The proposal addresses the need to provide students with access to institutional information; students often face challenges in obtaining timely answers regarding regulations, academic procedures, curricula, and other university-related details.

The research involved a review of documents, literature, and articles, complemented by surveys and interviews with students and academic staff. The data collected identified key needs regarding access to program information and established the requirements for developing a solution to improve the process.

To address the issue, an intelligent system capable of generating natural language responses to inquiries was developed and implemented using an agile methodology; this approach allowed the work to be organized into stages and enabled continuous validation of the system's functionality during implementation.

The findings indicate that the system facilitates access to academic and program-specific information, reduces the time required for inquiries, and generates responses grounded in institutional documentation. Consequently, the proposal serves as a support tool for students and academic staff, contributing to the strengthening of the guidance process and improving the management of information dissemination within the institution.

Keywords: Artificial Intelligence, Computer System, Academic Guidance, Information Retrieval, Higher Education.

CAPÍTULO I:

1 Introducción

La orientación académica constituye uno de los procesos más importantes dentro de las instituciones de educación superior, ya que permite a los estudiantes acceder a información relacionada con reglamentos, procesos administrativos, mallas curriculares, prácticas preprofesionales y demás actividades necesarias para el desarrollo de su formación profesional. En los últimos años, el avance de la inteligencia artificial ha permitido desarrollar herramientas capaces de facilitar el acceso a la información mediante asistentes inteligentes, contribuyendo a mejorar la atención a los usuarios y optimizando diversos procesos académicos y administrativos.

En la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, extensión El Carmen, el acceso a la información académica continúa dependiendo principalmente de la consulta de documentos institucionales y de la atención brindada por docentes y personal administrativo. Ocasional mente la información está distribuida por diferentes medios o se requiere atención personal con el personal administrativo lo que resulta en demora de la resolución de la consulta con procesos, requisitos, reglamentos, matriculas y otros servicios. Esto evidencia la necesidad de un sistema que permita el acceso a la información confiable y disponibles de manera permanente en la comunidad universitaria.

El proyecto se centra en el desarrollo de un sistema basado en IA para la orientación académica de la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, con la seguridad de facilitar el acceso a la información académica mediante el uso de una herramienta capaz de generar respuestas fundamentadas en documentación oficial de la carrera, contribuyendo a la mejora en el proceso de orientación académica y el acceso oportuno a la información.

1.1 Presentación del Tema

Desarrollo de un sistema informático basado en inteligencia artificial para la orientación académica en la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, extensión El Carmen, con el propósito de brindar información académica confiable, oportuna y accesible a la comunidad estudiantil.

1.2 Ubicación y Contextualización de la Problemática

El presente estudio se desarrolla en la Carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen. En los últimos ciclos, la carrera ha recibido a más estudiantes, lo cual se nota en las aulas y en la rutina diaria. Esta expansión trae consigo un reto evidente: cada vez hay más preguntas sobre las mallas curriculares, los requisitos de las materias y los trámites de titulación. Con tanta demanda, resolver estas dudas se vuelve un proceso lento y pesado para todos.

Hasta el momento, la carrera ha intentado resolver estas dudas usando lo que tiene a la mano: correos institucionales, atención directa en secretaría e incluso grupos informales de WhatsApp. Sin embargo, aunque estos medios fueron suficientes al principio, las cifras actuales exigen más del personal administrativo. En la situación actual, la gestión se ve obligada a utilizarlos por completo para poder prestar servicios de calidad, lo que provoca retrasos y agota esencialmente al personal.

El principal problema se debe a la falta de un sistema automatizado y accesible en todo momento. Sin esta herramienta, la información oficial sobre este tema solo está disponible en archivos PDF o en libros de consulta, lo que dificulta obtener una respuesta rápida. El resultado de esta desventaja son dos problemas: por un lado, los estudiantes(s) tardan demasiado tiempo en obtener respuestas a preguntas básicas y recurren a otras fuentes, incluidas las poco confiables; por otro lado, el personal administrativo agota su tiempo intentando responder al

mismo conjunto de preguntas sin recibir ninguna recompensa por hacerlo. Este tiempo podría haber dedicado a impartir formación o llevar a cabo otras iniciativas cruciales para garantizar el éxito del centro.

Frente a este escenario, incorporar herramientas de Inteligencia Artificial específicamente a través de arquitecturas de Generación Aumentada por Recuperación (RAG) ha dejado de ser un simple lujo tecnológico para convertirse en una necesidad estructural indispensable. Su implementación permitirá ofrecer respuestas inmediatas basadas en fuentes 100% oficiales, aliviando la carga laboral del personal humano y garantizando que los estudiantes reciban la orientación precisa que necesitan para avanzar con seguridad en su carrera.

1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 Problematicación

1.3.1.1 Génesis del Problema

En la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, el desarrollo de las actividades académicas y administrativas depende de un flujo constante de información entre la institución y la comunidad estudiantil. Históricamente, la difusión de normativas, mallas curriculares y procedimientos institucionales se ha realizado a través de canales no centralizados o mediante la atención directa en las dependencias administrativas. Este modelo tradicional de comunicación ha generado brechas significativas en la gestión y el acceso oportuno a la información institucional y académica, dificultando que los estudiantes cuenten con los datos exactos necesarios para guiar su trayectoria universitaria.

1.3.1.2 Estado Actual del Problema

En la actualidad, esta problemática se manifiesta a través de una carencia de herramientas que consoliden y democratizen el acceso a la información académica de manera ágil. Los estudiantes enfrentan dificultades recurrentes al intentar consultar los prerrequisitos de las

asignaturas, las directrices exactas de matriculación o los procedimientos para la emisión de documentos y certificaciones. Al no existir un repositorio centralizado, de fácil acceso y consulta rápida, la información se dispersa, lo que provoca desinformación, incertidumbre en los procesos estudiantiles y una sobrecarga de consultas operativas y repetitivas dirigidas al personal administrativo y docente de la carrera.

1.4 Diagrama Causa – Efecto del Problema

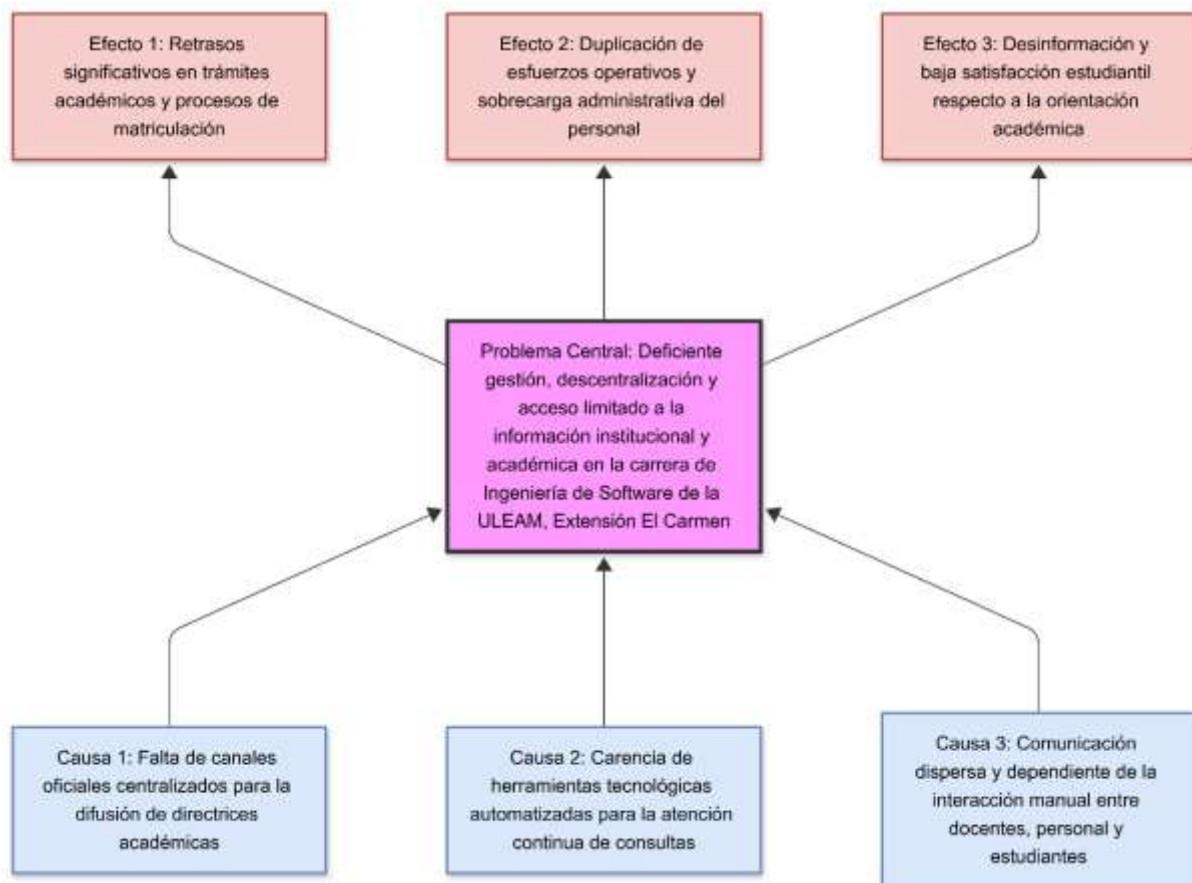


Ilustración 1 Diagrama causa efecto

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema informático basado en Inteligencia Artificial y arquitectura de Recuperación Aumentada (RAG) para optimizar la gestión, centralización y acceso a la información institucional y académica en la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la gestión y el acceso a la información académica en la carrera, mediante el levantamiento de requerimientos y la identificación de las limitaciones operativas y comunicacionales de la institución.
- Diseñar la arquitectura del sistema informático y el modelado de datos, estructurando la integración del motor de Inteligencia Artificial de ejecución local con el repositorio documental normativo.
- Desarrollar la aplicación informática interactiva que centralice las normativas, mallas curriculares y procedimientos para automatizar la orientación académica de los usuarios en tiempo real.
- Evaluar el rendimiento del sistema mediante la ejecución de pruebas técnicas de software y un análisis comparativo cuantitativo que contraste los indicadores de gestión antes y después de la implementación.

1.6 Justificación

La orientación académica oportuna y precisa constituye un pilar fundamental para el éxito, la retención y el desarrollo integral de los estudiantes en la educación superior. En la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, una gestión eficiente de la información institucional es indispensable para que la

comunidad estudiantil pueda planificar su trayectoria formativa, cumplir con los prerequisites de matriculación y gestionar sus trámites con total transparencia y agilidad. No obstante, el esquema actual de comunicación e información presenta limitaciones operativas significativas. La ausencia de un canal oficial centralizado obliga a los estudiantes a depender exclusivamente de la atención presencial o de consultas directas al personal administrativo y docente. Esta dependencia genera un cuello de botella institucional, donde las dudas recurrentes sobre mallas curriculares, horarios y normativas se acumulan, sobrecargando las funciones del personal y provocando que los estudiantes recurran a fuentes de información informales, lo que propicia la desinformación y el retraso en los procesos académicos. Desde una perspectiva práctica y operativa, este modelo tradicional demanda una inversión excesiva de tiempo por parte de los coordinadores y secretarios académicos, quienes deben responder de forma manual y repetitiva a las mismas consultas rutinarias. Esto disminuye la disponibilidad de recursos humanos para atender actividades estratégicas y de mayor valor institucional. Por lo tanto, el desarrollo e implementación del sistema informático basado en Inteligencia Artificial y arquitectura de Recuperación Aumentada (RAG) se justifica plenamente al ofrecer una solución tecnológica innovadora y segura. Esta herramienta permitirá centralizar la normativa oficial de la carrera y automatizar la respuesta a consultas complejas en un entorno de ejecución local, garantizando la privacidad de los datos y reduciendo drásticamente las alucinaciones informativas propias de los modelos genéricos en la nube. Con ello, se optimizará la carga transaccional del personal, se dotará a los estudiantes de autonomía permanente (24/7) para la resolución de sus dudas y se impulsará de manera directa la modernización tecnológica y la calidad del servicio académico en la ULEAM Extensión El Carmen.

1.7 Impactos Esperados

1.7.1 Impacto Tecnológico

La introducción del Sistema Informático Inteligente representa un salto cualitativo en la madurez tecnológica de la Carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen. Al migrar de canales de difusión estáticos y manuales hacia una arquitectura dinámica basada en Inteligencia Artificial, la institución adquiere la capacidad de procesar un volumen masivo y concurrente de consultas de forma ininterrumpida (24/7). Asimismo, ofrece una infraestructura escalable que se adapta a la demanda de los estudiantes sin alterar el equilibrio entre la plantilla de personal y las necesidades organizativas.

Además, gracias al uso de modelos de procesamiento de lenguaje natural y recuperación de información, el sistema opera con autonomía y garantiza la estricta confidencialidad de los datos institucionales y de los estudiantes. Sobre la base de principios modernos de ingeniería de software, como la arquitectura de microservicios y bases de datos optimizadas para búsquedas semánticas, se establece una plataforma robusta, segura y flexible, preparada para integrarse con otros servicios universitarios en el futuro.

De este modo, el proyecto no solo resuelve una necesidad operativa inmediata, sino que posiciona a la Extensión El Carmen como un referente regional en innovación educativa. El desarrollo sienta un precedente técnico replicable que demuestra la integración responsable de tecnologías emergentes en la modernización de los procesos académicos universitarios.

1.7.2 Impacto Social

La orientación académica oportuna y adecuada resulta fundamental para que los estudiantes alcancen sus objetivos institucionales sin contratiempos. Concretamente, en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, consolidar un proceso

formativo que brinde facilidades a la comunidad estudiantil durante toda su vida universitaria constituye una prioridad institucional.

No obstante, los canales actuales mediante los cuales se proporciona dicha información presentan deficiencias operativas significativas. En la práctica, los estudiantes se ven obligados a recurrir de manera constante a las dependencias de secretaría para resolver gestiones rutinarias. Este modelo tradicional, caracterizado por una atención manual y con recursos de personal limitados, genera cuellos de botella y prolongados tiempos de espera. Como consecuencia, los estudiantes recurren a canales informales de comunicación, lo que propicia la propagación de datos contradictorios y erróneos.

En definitiva, esta carga operativa recae desproporcionadamente sobre el personal administrativo de la secretaría, el cual destina gran parte de su jornada a responder de forma repetitiva a consultas que los estudiantes podrían solventar de manera autónoma si dispusieran de una herramienta centralizada, afectando la eficiencia institucional y distrayendo al equipo de sus funciones sustantivas.

1.7.3 Impacto Ecológico

Desde la perspectiva ambiental, la implementación del sistema informático inteligente promueve la sostenibilidad institucional a través de la optimización de recursos y la reducción del consumo de papel. Al centralizar y digitalizar las normativas académicas, mallas curriculares y guías de orientación en un repositorio accesible de forma digital, se disminuye significativamente la impresión de documentos físicos, folletos y formularios tradicionales que habitualmente se requerían en los procesos de atención presencial.

Asimismo, el diseño arquitectónico fundamentado en la ejecución local de modelos de Inteligencia Artificial (on-premise) optimiza el procesamiento de datos al interior de la institución, reduciendo la dependencia exclusiva de consultas masivas a servidores externos y

fomentando un aprovechamiento más eficiente de la infraestructura tecnológica existente. Adicionalmente, al dotar a los estudiantes de una herramienta de acceso remoto e ininterrumpido (24/7), se minimizan los desplazamientos físicos recurrentes hacia el campus exclusivamente para consultas informativas y trámites rutinarios, lo que contribuye de manera indirecta a la reducción de la huella de carbono asociada al transporte de la comunidad universitaria.

1.8 Viabilidad

La ejecución del presente proyecto informático es plenamente viable desde las dimensiones técnica, económica y metodológica, fundamentándose en los recursos tangibles e intangibles actualmente disponibles para la investigación.

En el ámbito técnico y de recursos humanos, el proyecto cuenta con el perfil profesional y las competencias requeridas para su desarrollo, sustentadas en los conocimientos de ingeniería de software, gestión de bases de datos y arquitecturas de inteligencia artificial. Asimismo, la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), Extensión El Carmen, dispone de la infraestructura física mínima necesaria, como estaciones de trabajo operativas y acceso a conectividad, lo cual permite soportar adecuadamente las fases de diseño, entrenamiento local de los modelos y pruebas del sistema.

Desde la perspectiva económica, la factibilidad del proyecto está garantizada mediante la adopción estratégica de una arquitectura tecnológica basada íntegramente en herramientas de código abierto (Open Source). Al prescindir de soluciones privativas y optar por marcos de trabajo libres tanto para el desarrollo del servidor como para el despliegue de los modelos de lenguaje, se eliminan por completo los costos asociados a licencias comerciales de software. Esta decisión permite integrar una solución de vanguardia sin presionar el presupuesto

institucional ni demandar asignaciones financieras adicionales por parte de la entidad educativa.

Finalmente, en el eje metodológico, la viabilidad del trabajo se respalda en la aplicación de prácticas estandarizadas y metodologías ágiles propias de la ingeniería de software. Este enfoque no solo organiza el flujo de trabajo y optimiza el uso del tiempo, sino que asegura que la solución desarrollada sea estructurada, documentada y fácilmente escalable según las metas académicas planteadas.

1.9 Variables de Estudio

Tipo	Variable	Indicadores
Independiente	Sistema informático basado en Inteligencia Artificial (Arquitectura RAG)	• Tiempo de respuesta del sistema. • Precisión de las respuestas. • Accesibilidad y disponibilidad (24/7).
Dependiente	Eficiencia en el proceso de orientación académica	• Nivel de satisfacción de los usuarios. • Reducción de errores y consultas erróneas. • Número de consultas resueltas de forma autónoma.

Tabla 1: **Variables de estudio**

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente capítulo expone la fundamentación teórica, conceptual y empírica que sustenta el desarrollo de esta investigación.

Su objetivo principal es ofrecer una base científica para el diseño, la implementación y la evaluación del sistema informático inteligente que se propone.

Para ello, el capítulo se divide en tres secciones claramente diferenciadas:

Antecedentes de la Investigación: análisis imparcial de la historia conceptual de la orientación académica, incluidos los avances históricos y las investigaciones anteriores relacionadas con el uso de reglas o tecnologías más recientes, como los modelos de lenguaje natural y las arquitecturas RAG, para automatizar y optimizar el apoyo a los estudiantes. Esta sección también puede utilizarse para identificar las lagunas en la investigación existente relacionada con la tecnología relevante.

Definiciones Conceptuales y Variables: Se definen correctamente las variables principales del estudio. En primer lugar, se analiza conceptualmente una variable independiente (sistema informático de inteligencia artificial basado en la arquitectura RAG) y otra dependiente (orientación académica).

Fundamentación Teórica y Metodológica: Se presentan los modelos teóricos que sustentan el diseño del software y su repercusión institucional. En concreto, el marco se basa en la Teoría de Sistemas Socio-Técnicos (enfocada en la interacción entre personas y tecnología), la dinámica del conocimiento organizacional según el Modelo SECI y el marco de adopción tecnológica UTAUT, integrando así un enfoque coherente para el desarrollo y evaluación del artefacto informático.

2.1 Antecedentes Históricos

La evolución de la orientación académica ha estado estrechamente vinculada al avance de las tecnologías de la información. Para entender su situación actual, resulta fundamental repasar su desarrollo desde los métodos analógicos hasta la incorporación de la Inteligencia Artificial en el ámbito universitario.

2.1.1 Orígenes y sistematización analógica (siglo XII - 1980)

En sus primeras etapas, la orientación académica se basaba en una relación directa entre tutores y pequeños grupos de estudiantes, con una transmisión esencialmente oral del conocimiento y las trayectorias de estudio. A medida que el acceso a la educación superior se amplía, este modelo personalizado mostró dificultades para adaptarse al creciente número de estudiante(s). Entre 1950 y 1980, especialmente en América Latina, las instituciones comenzaron a estructurar formalmente estos procesos de acompañamiento. Según Fox (2022), un aspecto clave de esta etapa fue el paso del conocimiento normativo a formatos escritos fijos: manuales, catálogos y folletos de inscripción recopilaron las reglas institucionales, aunque seguía siendo necesario un asesor humano para interpretarlos.

2.1.2 Sistemas de gestión y primera digitalización (1980 - 2010)

Aunque entre 1980 y 2000 la digitalización facilitó el desarrollo de los primeros programas informáticos para procesar datos del ámbito académico -como inscripciones y boletines de notas-, es evidente que dichos programas se crearon inicialmente para agilizar procesos administrativos y no pedagógicos. Así pues, según Selwyn (2016), su concepción inicial emitió una relación distante entre los estudiantes y estos programas, en los que el contacto se redujo al mínimo y solo era necesario para documentos impresos.

Durante la década siguiente (2000-2010), la expansión de plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) permitió centralizar contenidos educativos. Sin embargo, Winkler y Söllner

(2018) señalan una brecha entre su potencial y su uso real. Más adelante, Kuhail et al. (2023) concluyeron que la fragmentación de la información en distintos entornos digitales no integrados terminó generando sobrecarga cognitiva en los estudiantes, replicando así las ineficiencias del sistema anterior, pero ahora en formato digital.

2.1.3 Asistentes conversacionales deterministas (2010 - 2020)

A partir de 2010, surgieron plataformas de apoyo basadas en árboles de decisión y procesamiento elemental del lenguaje. Bilqis et al. (2022) indican que estas herramientas, conocidas como chatbots reglados, se usaron para responder automáticamente preguntas frecuentes en contextos educativos. Pese a ello, Hasal et al. (2021) identificaron importantes limitaciones técnicas: carecían de comprensión semántica profunda, dependían de un manual de programación muy detallado y tendían a fallar cuando los usuarios hacían consultas fuera de los flujos predeterminados.

2.1.4 Inteligencia Artificial Generativa y RAG (2020 - Actualidad)

Desde el año 2020, la convergencia de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) y representaciones vectoriales ha establecido un nuevo estándar tecnológico. Swacha y Gracel (2025) describen la arquitectura de Generación Aumentada por Recuperación (RAG) como un hito donde los sistemas superan la simple localización de datos almacenados. Estas plataformas ahora operan integrando múltiples documentos institucionales mediante una interpretación semántica compleja, lo que permite ofrecer respuestas precisas, específicas al contexto del usuario y con disponibilidad continua.

2.1.5 Contextualización en la ULEAM, Extensión El Carmen

Desde la óptica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), sede El Carmen, el avance tecnológico aplicado a la gestión de la orientación académica ha seguido una trayectoria desigual en comparación con los estándares internacionales. Según Rodríguez y Castillo (2022), varias universidades públicas en Ecuador muestran rezagos en la incorporación

institucional de inteligencia artificial conversacional, lo que se traduce en un uso predominante de medios informales de comunicación digital como aplicaciones de mensajería y en sistemas de gestión que apenas están interconectados entre sí. En este contexto, el diseño y despliegue del sistema RAG propuesto responde de manera objetiva a la necesidad institucional de modernizar su arquitectura de información, dotando a la carrera de una herramienta alineada con el estado del arte tecnológico.

2.2 Antecedentes de Investigaciones Relacionadas

2.2.1 Evolución de los Sistemas de Orientación Académica

Para fundamentar el diseño y desarrollo del sistema propuesto, se analizó la evolución de las investigaciones enfocadas en la automatización de la orientación estudiantil. Inicialmente, los esfuerzos se centraron en sistemas basados en reglas determinísticas. Estudios como el de Kuhail et al. (2023) y Fox (2022) demostraron que los chatbots de esta naturaleza logran reducir los tiempos de espera al automatizar respuestas a consultas rutinarias. No obstante, ambos estudios coinciden en que estas herramientas resultan ineficaces, rígidas y son percibidas como impersonales por los estudiantes cuando se enfrentan a escenarios académicos complejos o atípicos.

2.2.2 Limitaciones de los Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) en la Nube

Con el avance de la Inteligencia Artificial generativa, se exploró el uso de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) alojados en la nube. Iatrellis et al. (2024) evidenciaron que, si bien herramientas como ChatGPT son capaces de resolver con claridad hasta un 82 % de las consultas de asesoría, su aceptabilidad social disminuye en contextos sensibles. A esto se suman riesgos técnicos severos; Akiba y Fraboni (2023) detectaron que un 23 % de las respuestas generadas por IA de propósito general presentaban alucinaciones graves, inventando normativas y planes de estudio inexistentes. Además, desde una perspectiva legal, Hasal et al. (2021) advierten que el procesamiento de datos educativos en servidores externos transgrede normativas de privacidad vigentes, sugiriendo como única vía viable el procesamiento local de la información (on-premise).

2.2.3 La Arquitectura RAG y los Modelos Locales como Solución

Para mitigar tanto las alucinaciones como los riesgos de privacidad, investigaciones recientes sugieren la implementación de la arquitectura de Generación Aumentada por Recuperación (RAG). Swacha y Gracel (2025) demostraron empíricamente que el uso de RAG en entornos educativos disminuye la generación de información falsa en un 89 % y aumenta la precisión en la verificación de normativas hasta un 91 %.

A nivel práctico, Laakso (2025) desarrolló e implementó un sistema de orientación académica en Finlandia utilizando arquitectura RAG y modelos ejecutados localmente (Llama 3), demostrando que es posible responder de manera correcta al 85 % de las preguntas fácticas y reducir la carga administrativa en un 70 %, cumpliendo estrictamente con regulaciones de protección de datos (GDPR). De manera similar, Guo y Li (2024) constataron que anclar las respuestas del sistema a bases de datos y normativas locales resulta considerablemente superior que depender de los datos de entrenamiento genéricos del modelo. Finalmente, para garantizar el rigor científico de estas implementaciones, Es et al. (2024) proponen el uso de RAGAS, un marco metodológico que permite evaluar la fidelidad y precisión del sistema a través de métricas objetivas en lugar de depender de encuestas subjetivas.

2.2.4 Estado Actual y Brechas Específicas de Investigación

La sistematización del estado del arte expuesto revela tres brechas fundamentales en la literatura científica actual, las cuales busca solventar el presente trabajo de integración curricular:

Brecha Contextual-Geográfica: La gran mayoría de estudios exitosos (Iatrellis et al., 2024; Laakso, 2025) han sido desarrollados en instituciones de Norteamérica o Europa, bajo sus propias normativas y con presupuestos que permiten infraestructura avanzada. Existe un vacío investigativo respecto a la viabilidad técnica de implementar arquitecturas RAG locales en universidades públicas latinoamericanas, las cuales deben apegarse a marcos legales específicos como la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD) en Ecuador y operar con recursos computacionales limitados.

Brecha Teórico-Metodológica: Como señalan Swacha y Gracel (2025), la literatura actual se centra excesivamente en métricas operativas (precisión, latencia), dejando de lado factores socio-técnicos y organizacionales. Son escasos los estudios que articulan el desarrollo de sistemas con marcos consolidados de gestión de la información (como el modelo SECI), lo que impide comprender a nivel teórico por qué la arquitectura RAG es la más idónea desde la perspectiva del aprendizaje institucional.

Brecha Evaluativa: A pesar de la existencia de marcos rigurosos como el propuesto por Es et al. (2024), una gran parte de las investigaciones empíricas continúa basándose en evaluaciones perceptivas y cuestionarios de satisfacción. Es imperativo medir el desempeño de los sistemas a través del contraste objetivo entre los datos recuperados por el sistema y las fuentes documentales oficiales de la institución.

2.3 Definiciones Conceptuales

2.3.1 Inteligencia Artificial (IA)

Antes de adentrarse en la arquitectura del sistema, es imperativo definir la Inteligencia Artificial. Russell y Norvig (2021) la definen como el campo de estudio enfocado en el desarrollo de agentes racionales; es decir, sistemas informáticos capaces de percibir su entorno, procesar información y ejecutar acciones que maximicen sus posibilidades de alcanzar un objetivo específico.

El propósito central de la IA en la actualidad es desarrollar máquinas y algoritmos capaces de emular capacidades cognitivas humanas, tales como el razonamiento, el procesamiento del lenguaje y la resolución de problemas. En el ámbito educativo, la IA permite automatizar tareas que tradicionalmente requerían de la intervención humana, operando con altos niveles de precisión siempre que se la alimente con datos estructurados y se delimite su contexto de acción.

2.3.2 Modelos de Lenguaje Grande (LLM)

Los Modelos de Lenguaje Grande (LLM, por sus siglas en inglés: Large Language Models) representan uno de los avances más significativos dentro de la Inteligencia Artificial Generativa. Según Zhao et al. (2023), un LLM es un modelo computacional basado en arquitecturas de redes neuronales profundas (típicamente arquitecturas Transformers) que ha sido preentrenado con corpus masivos de texto.

Su función principal es comprender y generar texto en lenguaje natural de manera fluida y coherente, logrando predecir secuencialmente cuál es la palabra o "token" más probable que debe seguir en una oración. Sin embargo, aunque los LLM poseen una vasta capacidad de razonamiento lingüístico, su conocimiento está limitado a la fecha en que culminó su entrenamiento, y tienden a generar información ficticia (fenómeno conocido como "alucinación") cuando se les interroga sobre datos institucionales específicos o privados que no formaron parte de su base de datos original (Ji et al., 2023).

2.3.3 Generación Aumentada por Recuperación (RAG)

Para mitigar las limitaciones inherentes de los LLM, Lewis et al. (2020) introdujeron la arquitectura de Generación Aumentada por Recuperación (RAG, por sus siglas en inglés: Retrieval-Augmented Generation). RAG es un marco de trabajo de inteligencia artificial que combina la capacidad generativa de un LLM con un sistema externo de recuperación de información. En lugar de depender únicamente de la "memoria" interna del modelo, RAG obliga a la IA a buscar respuestas en una base de conocimientos específica y verificable antes de redactar su contestación.

El proceso que subyace a la arquitectura RAG implica una serie de pasos bien definidos para garantizar precisión a la hora de responder a preguntas concretas:

Ingestión y extracción de datos: este proceso consiste en recopilar todos los documentos relevantes (PDFs, textos, normativas, planificaciones de estudios, etc.) y extraer el texto de cada uno de ellos con la ayuda de herramientas como LangChain.

División en fragmentos: debido a las restricciones de longitud del lenguaje natural, es necesario dividir el texto extraído de cada documento en fragmentos más pequeños, de modo que cada uno de ellos contenga solo la información necesaria para comprender el siguiente.

Vectorización: cada uno de los fragmentos resultantes se convierte entonces en un vector o codificación matemática mediante un modelo de codificación.

Almacenamiento e indexación: estos vectores se almacenan posteriormente en una base de datos vectoriales.

Recuperación semántica: a continuación, la pregunta del usuario se ingiere y se convierte en un vector, y se calcula la similitud entre este y los vectores de la base de datos para recuperar los fragmentos más relevantes.

Generación de respuestas: por último, la pregunta del usuario, junto con los fragmentos recuperados, se ingiere en un modelo de lenguaje natural en forma de plantilla de entrada, donde se lee como contexto y se genera una respuesta precisa.

2.3.4 Bases de Datos Vectoriales y Embeddings

En lo que respecta al aprendizaje automático y a la recuperación semántica, las incrustaciones se refieren a la representación de palabras, frases o documentos en forma de vectores numéricos reales (matrices). Estos vectores de números reales codifican información semántica, lo que significa que dos palabras o documentos semánticamente similares tienen representaciones vectoriales similares.

El factor decisivo son los sistemas vectoriales. Las bases de datos vectoriales se utilizan para buscar información en grandes conjuntos de datos. A diferencia de las bases de datos relacionales, que suelen utilizar consultas SQL para encontrar objetos o palabras idénticas, las bases de datos vectoriales permiten búsquedas aproximadas. Según Johnson et al. (2019), «FAISS (Facebook AI Similarity Search) es una de las bibliotecas más rápidas y escalables para buscar e indexar similitudes en vectores de incrustaciones»; Con este sistema, el RAG puede examinar miles de documentos y encontrar la respuesta adecuada casi instantáneamente.

2.3.5 Orientación Académica

La orientación académica en la educación superior es un proceso interactivo y continuo de enseñanza -aprendizaje que ayuda a los estudiantes a establecer su rumbo y diseñarán opciones de aprendizaje que los ayudarán a lograrlo. Según NACADA: National Academic Advising Association (2017), esta es una parte integral del proceso de aprendizaje y debe considerarse una prioridad importante porque ayuda a determinar el progreso y la permanencia de los estudiantes.

En la práctica universitaria, la orientación académica abarca la resolución de dudas sobre mallas curriculares, prerrequisitos, modalidades de titulación, procesos de prácticas preprofesionales y normativas vigentes. Cuando este volumen de consultas se gestiona de manera manual y centralizada, se generan cuellos de botella que limitan el acceso oportuno a la información y sobrecargan al personal docente y administrativo.

2.4 Conclusiones del Marco teórico

El análisis exhaustivo de la literatura y los fundamentos conceptuales evidencia que la orientación académica universitaria ha evolucionado desde sistemas rígidos basados en reglas hacia soluciones dinámicas impulsadas por Inteligencia Artificial. Sin embargo, la revisión teórica también demuestra que la dependencia exclusiva de Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) genéricos y alojados en la nube presenta riesgos sistémicos, principalmente la

vulneración de la privacidad de los datos estudiantiles y la alta probabilidad de generar respuestas incorrectas o ficticias (alucinaciones) frente a normativas institucionales específicas.

Frente a esta problemática, la fundamentación teórica respalda que la implementación de la arquitectura de Generación Aumentada por Recuperación (RAG) combinada con modelos de ejecución local (como Llama 3) representa el enfoque tecnológico y epistemológico más idóneo. Esta configuración permite aprovechar la capacidad de razonamiento natural de la IA, pero restringe y ancla obligatoriamente la generación de respuestas al corpus normativo, mallas curriculares y reglamentos internos verificados de la institución. Además, el procesamiento local (on-premise) resuelve las barreras legales, garantizando el cumplimiento de normativas estrictas como la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD).

En conclusión, el estado del arte y los conceptos analizados justifican plenamente la viabilidad y la necesidad de desarrollar el sistema informático propuesto para la carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen. Este marco teórico confirma que una arquitectura de IA local, centrada en la gestión segura y precisa de la información institucional, es la solución óptima para reducir la carga administrativa, mitigar la desinformación y ofrecer a los estudiantes una orientación académica oportuna, confiable y tecnológicamente pertinente.

CAPÍTULO III:

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Introducción

El presente capítulo tiene como propósito fundamental establecer la ruta operativa y procedimental que guía el desarrollo de la investigación. Tras haber delimitado la problemática en el primer capítulo y establecido la fundamentación conceptual en el segundo, esta sección expone el diseño sistemático empleado para la recolección, procesamiento y análisis de la evidencia empírica.

Esta infraestructura viene definida por el conjunto de tipos y estrategias de investigación puestos en marcha, los recursos analizados, la población seleccionada y los métodos de recopilación de datos utilizados o previstos para llevar a cabo dicha solución. Su propósito es ofrecer una base científica para demostrar la validez y /o sensatez de la idea aplicada en el trabajo sobre la enseñanza académica apoyada por la tecnología.

3.2 Tipos de investigación

3.2.1 Investigación Aplicada

La investigación aplicada es aquella que estudia cuestiones prácticas relacionadas con las soluciones a los problemas actuales de la sociedad. Según Vargas (2009), por lo tanto, esta clase de investigación científica se centra menos en el desarrollo de teorías y conceptos, aunque existen tales intenciones explícitas, que en la búsqueda activa de soluciones prácticas para abordar diversos problemas actuales y mejorar el mundo.

En el marco de este proyecto, la investigación adquiere un carácter claramente aplicado, orientado principalmente a diseñar y evaluar un artefacto tecnológico cuyo propósito es mejorar la atención brindada a los estudiantes. El enfoque del proceso investigativo consiste en emplear saberes científicos ya establecidos para proponer una solución cuantificable que

reduzca los problemas derivados de la desinformación y la sobrecarga operativa institucional, sin aspirar a generar nuevas teorías de base.

3.3 Métodos de investigación

3.3.1 Método Analítico-Sintético

El método analítico-sintético representa un proceso dual que posibilita desagregar un objeto de estudio en sus elementos fundamentales con el fin de examinar sus causas de manera aislada (análisis), para posteriormente volver a integrar esas partes y comprender el fenómeno como un todo sistémico (síntesis). Según Bernal (2010), este enfoque resulta esencial, ya que el análisis permite profundizar en los componentes del problema, mientras que la síntesis articula sus interconexiones para proponer soluciones coherentes.

En esta investigación, el enfoque analítico se manifiesta al descomponer el flujo de orientación académica en sus necesidades operativas básicas, tales como inquietudes sobre planes de estudio, horarios o normativas, evaluando cada una de forma independiente mediante encuestas y entrevistas. Posteriormente, la síntesis se concreta al integrar estos hallazgos empíricos para diseñar y estructurar una solución tecnológica integral, capaz de abordar de forma coherente todas las necesidades detectadas.

3.3.2 Método Inductivo-Deductivo

El método inductivo-deductivo integra dos formas de razonamiento científico: por un lado, la inducción, que parte de la observación de casos específicos para llegar a conclusiones generales; y por otro, la deducción, que utiliza principios generales ya establecidos para predecir el comportamiento en situaciones particulares (Rodríguez y Pérez, 2017). La combinación de ambos procesos asegura tanto la solidez del conocimiento generado como su coherencia con la evidencia empírica.

En esta investigación, el enfoque deductivo se aplica al tomar conceptos teóricos generales sobre inteligencia artificial y gestión de la información, y aplicarlos de forma descendente a un contexto específico y limitado: el acompañamiento académico en la Extensión El Carmen. En cambio, el enfoque inductivo entra en juego durante la fase de validación, cuando, a partir de las interacciones concretas de los estudiantes con la herramienta, se identifican tendencias y se derivan conclusiones más amplias sobre su eficacia.

3.4 Fuentes de información

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación y garantizar la validez empírica del diagnóstico, se establecieron fuentes de información primarias y secundarias, respaldadas por instrumentos metodológicos rigurosos.

3.4.1 Fuentes Primarias

Constituidas por la recolección directa de datos en el entorno real de estudio. Involucraron la aplicación de un cuestionario estructurado al estamento estudiantil y una entrevista semiestructurada aplicada a las autoridades y personal administrativo de la Carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen.

3.4.2 Investigación Descriptiva

El tipo de investigación descriptiva busca describir las características principales, los atributos y las relaciones básicas entre el objeto de estudio y sus componentes (Arias, 2012). Según el autor, esta categoría de estudios recopila datos relevantes sobre la información situacional necesaria para comprender y confrontar eficazmente el problema examinado.

El estudio se diseñó como uno descriptivo. En primer lugar, consiste en evaluar las necesidades del estudiante(s) en cuanto a la información que reciben y las del personal administrativo de la secretaría. A continuación, tiene como objetivo describir el rendimiento del prototipo mediante

la recopilación de datos, como el tiempo de respuesta, la exactitud de la información y la facilidad de uso.

3.4.3 Fuentes Secundarias

Conformadas por la revisión exhaustiva de literatura científica indexada, artículos de bases de datos internacionales (Q1/Q2), repositorios universitarios, tesis de grado previas y la documentación institucional oficial (mallados curriculares, reglamentos de régimen académico y guías de titulación).

3.5 Estrategias operacionales para la recolección de datos

3.5.1 Población sujeta de estudio

La población, de acuerdo con la definición proporcionada por Hernández-Sampieri et al. (2014), representa el conjunto total de todos los casos, elementos o individuos que concuerdan con una serie de especificaciones predeterminadas y sobre los cuales se pretende generalizar los resultados de una investigación. Constituye el universo de estudio delimitado por características de contenido, lugar y tiempo, garantizando que la recolección de datos sea representativa y pertinente al contexto del problema planteado.

En el contexto del presente proyecto tecnológico, la población sujeta de estudio está constituida por el ecosistema académico activo de la **Carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen**, durante el periodo lectivo en curso. Este tipo de población es limitada y se divide en dos grupos: unos son las autoridades encargadas de gestionar la carrera concreta y otros constituyen su equipo de enseñanza y secretaría. La primera categoría de población se compone del coordinador de carrera que nos proporcionan todos los detalles requeridos a través de entrevistas. El segundo grupo está formado por los 128 estudiantes matriculados en diferentes planos de estudios.

Debido a que el tamaño poblacional total es estadísticamente manejable y el acceso a los canales de comunicación institucionales es factible, la investigación prescindirá del cálculo de una muestra probabilística y adoptará un enfoque de **censo poblacional**. Esto significa que el instrumento de recolección de datos (encuesta) será distribuido a la totalidad de los estudiantes, mitigando el margen de error muestral y obteniendo una radiografía exacta de las necesidades de orientación académica de toda la carrera.

3.5.2 Análisis de herramientas de recolección

3.5.2.1 Encuesta

La encuesta, basada en un cuestionario estructurado, es una técnica cuantitativa de recolección de datos que consiste en un conjunto de preguntas cerradas, estandarizadas y dispuestas en un orden lógico, diseñada para medir de forma objetiva las opiniones, comportamientos y características de una muestra poblacional masiva. Según lo establecido por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el cuestionario cerrado permite transformar conceptos abstractos en variables medibles numéricamente, garantizando la uniformidad en la administración del instrumento y facilitando el procesamiento estadístico y comparativo de las respuestas recolectadas en el campo.

En el presente proyecto de titulación, la encuesta se aplicó de manera exhaustiva al estamento estudiantil de la Carrera de Ingeniería de Software en la ULEAM, Extensión El Carmen. Este instrumento se estructuró a través de reactivos cerrados fundamentados en escalas de frecuencia y de apreciación, distribuidos estratégicamente en tres bloques operacionales fundamentales:

Accesibilidad y Canales Actuales: Orientada a medir la dificultad temporal y operativa que experimentan los estudiantes al buscar información académica en repositorios tradicionales o canales informales de comunicación.

Expectativa de Rendimiento e Innovación: Enfocada en evaluar la necesidad y la actitud de aceptación hacia la integración de una interfaz de Inteligencia Artificial para la automatización de la orientación.

Experiencia de Usuario y Pertinencia (UX): Destinada a validar la utilidad y claridad de la solución tecnológica desarrollada para mitigar la saturación institucional.

3.5.2.2 Entrevista

La entrevista cualitativa estructurada o semiestructurada se define como un proceso dinámico de comunicación y diálogo técnico entre el investigador y un actor clave del fenómeno en estudio, guiado por un banco de preguntas abiertas enfocado en profundizar de forma flexible en las experiencias, percepciones y juicios de valor del entrevistado. De acuerdo con lo manifestado por Arias (2012), la guía de entrevista actúa como un marco de referencia que asegura la cobertura de los objetivos de la investigación sin restringir la libertad del experto para aportar detalles contextuales inéditos, permitiendo capturar la riqueza narrativa de los procesos organizacionales que los datos cuantitativos no pueden registrar por sí solos.

Para este estudio, la guía de entrevista se diseñó y aplicó específicamente al Coordinador de Carrera y al personal de Secretaría General de la institución, al ser los agentes responsables de la gestión de la orientación estudiantil en territorio. A continuación, se presentan las opciones del cuestionario, organizadas en función de los tres puntos principales identificados durante el análisis, según lo planteó el objetivo del proyecto:

El tiempo dedicado a colaborar con otros miembros del equipo - por ejemplo horas, para resolver problemas relacionados con las tablas, los requisitos previos y otros - puede evaluarse mediante respuestas abiertas enumerando cómo se contabiliza habitualmente dicho tiempo en semanas.

La frecuencia con la que deben actualizarse las matrices o los planos de clase, para determinar qué excepciones deben procesarse mediante una tabla CRUD.

Impacto Organizacional: Orientada a evaluar la disposición institucional para delegar consultas de primer nivel a un motor RAG de ejecución local con el fin de liberar recursos para mentorías académicas de alto valor.

3.5.3 Encuesta

CUESTIONARIO DE LA ENCUESTA ESTUDIANTIL APLICADA

Institución: Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí – Extensión El Carmen

Carrera: Ingeniería de Software

Autor: Ortiz Panezo, Jhon

Título del Proyecto: Sistema Informático Inteligente para la Optimización de la Orientación Académica basado en Arquitectura RAG.

Preguntas del Instrumento

1. ¿Tiene conocimiento sobre la carrera de Ingeniería de Software ofertada en la ULEAM Extensión El Carmen?

☐ Sí

☐ No

2. ¿A través de qué medios recibe información relacionada con la carrera de Ingeniería de Software? (Selección múltiple)

☐ Grupos de WhatsApp

☐ Redes sociales

☐ Página web institucional

☐ Amigos o conocidos

☐ No recibe información

3. ¿Con qué frecuencia recibe información académica de manera tardía?

☐ Siempre

☐ Casi siempre

☐ A veces

☐ Nunca

4. ¿Con qué frecuencia la información que recibe es incompleta o insuficiente?

☐ Siempre

☐ Casi siempre

☐ A veces

☐ Nunca

5. ¿Qué tan eficiente considera el proceso actual de difusión de información en la carrera?

☐ Muy eficiente

☐ Eficiente

☐ Poco eficiente

☐ Nada eficiente

6. ¿Qué nivel de claridad presenta la información que recibe sobre la carrera?

☐ Muy clara

☐ Clara

☐ Poco clara

☐ Nada clara

7. ¿Qué tan accesible considera que es la información oficial de la carrera cuando la necesita?

☐ Muy accesible

☐ Accesible

☐ Poco accesible

☐ Nada accesible

8. ¿Con qué frecuencia utiliza herramientas digitales para informarse sobre temas académicos?

☐ Siempre

☐ Casi siempre

☐ A veces

☐ Nunca

9. ¿Ha experimentado dificultades para obtener información rápida sobre la carrera?

☐ Sí

☐ No

10. ¿Qué tan necesario considera mejorar los mecanismos de comunicación y difusión de información en la carrera?

☐ Muy necesario

☐ Necesario

☐ Poco necesario

☐ Nada necesario

3.5.4 Entrevista

1. ¿Qué tipo de dificultades han observado en la orientación académica actual dentro de la carrera?
2. ¿Qué consecuencias ha tenido la dispersión informativa en los procesos académicos de los estudiantes?
3. ¿Ha sido frecuente que los estudiantes pierdan plazos o se retrasen por desconocimiento de fechas o trámites?
4. ¿Qué tipo de herramienta considera útil para facilitar la orientación estudiantil y descongestionar la secretaría?
5. ¿Cree que la implementación de un sistema con Inteligencia Artificial mejoraría los procesos de orientación? ¿Por qué?

3.5.5 Plan de recolección de datos

Un plan de recopilación de datos es un documento que describe cómo se llevará a cabo todo el proceso para garantizar que las técnicas empleadas se apliquen de forma adecuada, ética y coherente (Arias, 2012). El autor sostiene que dicho plan incluye «los pasos específicos, el modo de entrega, los destinatarios y la fecha» (Arias, 2012, p. 54).

Para viabilizar este proyecto y asegurar la obtención de los datos requeridos para el diseño del sistema informático, el proceso de recolección se estructuró en cuatro fases operacionales secuenciales:

- **Fase 1 - Diseño y Validación Operativa:** Consistió en la estructuración de las preguntas (reactivos) para la encuesta estudiantil y la guía de entrevista, así como su respectiva digitalización y configuración mediante la plataforma de encuestas Microsoft Forms.
- **Fase 2 - Levantamiento Cualitativo (Entrevista):** Esta fase implicó una reunión técnica presencial en las oficinas de la facultad con una secretaria y el coordinador del programa para utilizar la guía temática a modo de entrevista sobre el tiempo dedicado a operaciones transaccionales y de rendimiento.
- **Fase 3 - Levantamiento Cuantitativo (Encuesta):** Con el fin de obtener un elevado número de réplicas, se optó por la estrategia de contacto presencial - carrera armada: se visitaron las aulas de la escuela piso por piso, curso por curso, entregando a su presidente el enlace al formulario de Microsoft Forms y rogándole que lo difundiera entre sus compañeros para que completaran la encuesta. De esta forma, y gracias a la entrega física del documento en manos de los cursos, se logró enganchar a 128 estudiantes.

- **Fase 4 - Sistematización y Tabulación:** Cierre de los instrumentos en Microsoft Forms, extracción de las bases de datos en formato CSV/Excel y procesamiento estadístico-descriptivo para el análisis de resultados.

Cronograma de Aplicación de Instrumentos

Con el propósito de evidenciar la organización temporal del trabajo de campo, la siguiente tabla detalla el cronograma de ejecución de las fases previamente descritas:

Fase / Actividad	Instrumento Aplicado	Población Objetivo	Modalidad / Canal	Ventana de Ejecución
1. Diseño y Digitalización	Cuestionario y Guía de Entrevista	N/A (Fase de Gabinete)	Microsoft Forms	Semana 1
2. Ejecución Cualitativa	Guía de Entrevista Semiestructurada	Coordinación	Presencial (Instalaciones de la ULEAM)	Semana 2
3. Ejecución Cuantitativa	Encuesta (Cuestionario Estructurado)	Estudiantes de Ingeniería de Software	Mixta (Visita áulica presencial y difusión vía WhatsApp)	Semanas 3 y 4
4. Extracción y Tabulación	Base de datos consolidada	N/A (Fase de Gabinete)	Software de hojas de cálculo (Excel)	Semana 5

Tabla 2 Cronograma de aplicación de los instrumentos de recolección de datos

3.6 Análisis y presentación de resultados

Esta sección expone los hallazgos empíricos obtenidos tras la ejecución del plan de recolección de datos en la Carrera de Ingeniería de Software (Extensión El Carmen). El procesamiento

estadístico de los datos cuantitativos extraídos de la encuesta estudiantil (N=128), sumado a la sistematización cualitativa de la entrevista técnica aplicada a la Coordinación y Secretaría, permite diagnosticar formalmente el estado actual de la orientación académica y justificar científicamente la viabilidad de la solución tecnológica propuesta.

3.6.1 Tabulación y análisis de datos

Con el propósito de garantizar la validez y reproducibilidad de la investigación, se estructuraron matrices de tabulación que resumen los resultados obtenidos en cada instrumento metodológico. Para el cuestionario estudiantil, las respuestas se tabularon mediante estadística descriptiva porcentual. Para la entrevista, se extrajeron las premisas cualitativas centrales.

Nº	PREGUNTA	GRAFICA	INTERPRETACION
1	Conocimiento sobre la carrera de Ingeniería de Software	Resultados ■ Si ■ No 22% 78	El análisis de los datos revela que, si bien una mayoría significativa (78,0%) afirma conocer los aspectos generales de la carrera, un porcentaje preocupante del 22,0% desconoce elementos fundamentales de la oferta académica. Esta brecha en el

			conocimiento institucional evidencia fallas operativas en los canales tradicionales de difusión, lo que genera desorientación inicial en los estudiantes y justifica la necesidad de contar con un sistema automatizado que centralice y clarifique de manera inmediata la información institucional y curricular.														
2	Medios de información utilizados por los estudiantes	Resultados ■ GRUPOS DE WHATSAPP ■ REDES SOCIALES ■ PAGINA WEB INSTITUCIONAL ■ AMIGOS O CONOCIDOS ■ NO RECIBE INFORMACION <table><thead><tr><th>Medio de Información</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>GRUPOS DE WHATSAPP</td><td>33%</td></tr><tr><td>REDES SOCIALES</td><td>22%</td></tr><tr><td>PAGINA WEB INSTITUCIONAL</td><td>26%</td></tr><tr><td>AMIGOS O CONOCIDOS</td><td>17%</td></tr><tr><td>NO RECIBE INFORMACION</td><td>2%</td></tr><tr><td>(Sin etiqueta)</td><td>2%</td></tr></tbody></table>	Medio de Información	Porcentaje	GRUPOS DE WHATSAPP	33%	REDES SOCIALES	22%	PAGINA WEB INSTITUCIONAL	26%	AMIGOS O CONOCIDOS	17%	NO RECIBE INFORMACION	2%	(Sin etiqueta)	2%	Los resultados evidencian una marcada preferencia por los canales informales y de comunicación instantánea frente a los medios institucionales
Medio de Información	Porcentaje																
GRUPOS DE WHATSAPP	33%																
REDES SOCIALES	22%																
PAGINA WEB INSTITUCIONAL	26%																
AMIGOS O CONOCIDOS	17%																
NO RECIBE INFORMACION	2%																
(Sin etiqueta)	2%																

			formales. El uso de grupos de WhatsApp lidera las preferencias con un 60,6%, seguido por las redes sociales (41,7%) y consultas entre pares (31,5%), mientras que la página web corporativa alcanza apenas un 47,2%. Al agrupar los canales informales (WhatsApp, redes sociales y compañeros), se constata que el 74,0% de los estudiantes recurre a estas vías ante la rigurosidad o lentitud de los medios oficiales. Esta descentralización propicia la propagación de datos imprecisos o
--	--	--	--

			contradictorios, respaldando la urgencia de implementar una plataforma web centralizada con un asistente virtual accesible (24/7) que canalice la información oficial de forma directa y dinámica.
3	Frecuencia con que recibe información académica de manera tardía	Resultados SIMPRE CASI SIMPRE A VECES NUNCA 3% 11% 35% 51%	Los datos reflejan una deficiencia crítica en la oportunidad y fluidez de la comunicación institucional. El 45,0% de los encuestados (58 de 128 estudiantes) manifiesta recibir información académica con retraso de manera constante («casi siempre» o

			«siempre»), y un 51,0% (65 de 128) lo experimenta de forma ocasional, acumulando un abrumador 96,0% de afectación general. Únicamente el 3,0% (4 de 128) reporta no haber sufrido demoras. Esta alta incidencia de latencia informativa demuestra que los procesos manuales actuales de secretaría y coordinación son incapaces de absorber la demanda de consultas en tiempo real, generando cuellos de botella operativos que perjudican la planificación académica del estudiantado y reafirman la necesidad
--	--	--	--

			de automatizar la orientación mediante inteligencia artificial.
--	--	--	---

4	Frecuencia con la que la información recibida es o incompleta o insuficiente	Resultados SIMPRE CASI SIMPRE A veces NUNCA <table><thead><tr><th>Categoría</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>SIMPRE</td><td>8%</td></tr><tr><td>CASI</td><td>31%</td></tr><tr><td>A veces</td><td>49%</td></tr><tr><td>NUNCA</td><td>12%</td></tr></tbody></table>	Categoría	Porcentaje	SIMPRE	8%	CASI	31%	A veces	49%	NUNCA	12%	Los resultados demuestran una alta deficiencia cualitativa en los contenidos informativos proporcionados a los estudiantes. El 39% (50 de 128) señala que la información es incompleta o insuficiente «casi siempre» o «siempre», y el 49% (63 de 128) lo percibe «a veces». En conjunto, el 88% de los encuestados experimenta algún grado de insuficiencia informativa, frente a un reducido 12% (15 de 128) que indica «nunca». Esta precariedad en los datos suministrados
Categoría	Porcentaje												
SIMPRE	8%												
CASI	31%												
A veces	49%												
NUNCA	12%												

			por los canales tradicionales evidencia la falta de estandarización en la comunicación institucional, lo que valida la necesidad de un sistema informático inteligente respaldado por una arquitectura RAG que asegure la entrega de respuestas íntegras, precisas y fundamentadas en la normativa oficial de la carrera.
5	Percepción sobre la eficiencia del proceso actual de difusión	Resultados MUY EFICIENTE EFICIENTE POCO EFICIENTE NADA EFICIENTE 1% 14% 53% 32%	La evaluación de la eficiencia del proceso actual refleja una división notable en el criterio estudiantil. Si bien la eficiencia del proceso actual fue calificada como «eficiente» por el 53%

			(68 de 128) y «muy eficiente» por el 14% (18 de 128), un significativo 32% (41 de 128) la considera «poco eficiente» y el 1% (1 de 128) «nada eficiente». Este segmento de insatisfacción pone de manifiesto que los métodos manuales y tradicionales no logran cubrir de manera uniforme ni oportuna las demandas de toda la comunidad, justificando plenamente la introducción de una solución tecnológica automatizada que optimice los tiempos de respuesta y eleve los estándares de
--	--	--	--

			calidad en el servicio de orientación académica.
--	--	--	--

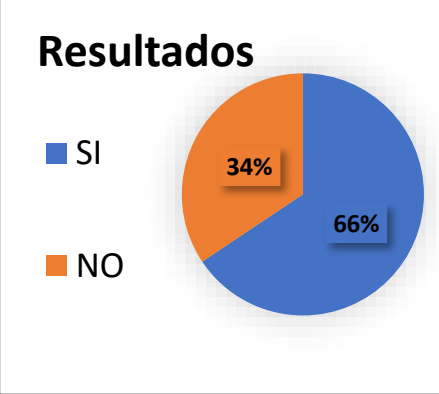
6	Nivel de claridad de la información recibida sobre la carrera	Resultados ■ MUY CLARA ■ CLARA ■ POCO CLARA 17% 0% 16% 67%	Los resultados muestran una valoración predominantemente favorable respecto a la comprensión de los contenidos de la carrera, donde el 67,0% (86 de 128) de los encuestados califica la información como «clara» y un 16,0% (20 de 128) como «muy clara», acumulando un 83,0% de percepción positiva. No obstante, un 17,0% (22 de 128) la percibe como «poco clara». La ausencia de registros en la categoría «nada clara» evidencia una tendencia
---	---	--	--

			favorable en el entendimiento básico; sin embargo, ese porcentaje residual de insatisfacción confirma que la dispersión de los canales actuales impide que el mensaje institucional sea completamente unívoco y transparente para la totalidad del estudiantado, aspecto que se subsanará con la centralización de datos y el asistente virtual propuesto.
7	Percepción de accesibilidad de la información oficial	Resultados MUY ACCESIBLE ACCESIBLE POCO ACCESIBLE NADA ACCESIBLE 25% 0% 13% 62%	Los resultados revelan una percepción mayoritariamente favorable respecto a la accesibilidad de la información oficial, donde el 62,0% (79 de

			128) de los encuestados indica que se encuentra «fácilmente accesible» y un 13,0% (17 de 128) señala que está «muy fácilmente accesible», sumando un 75,0% de aceptación general. No obstante, un significativo 25,0% (32 de 128) percibe la información como «menos accesible». Cabe destacar que el instrumento aplicado no contempló la opción «inaccesible», lo que limita la cuantificación de los casos más críticos de desorientación. A pesar de la tendencia positiva global, este cuarto de la población estudiantil que experimenta barreras de
--	--	--	---

			acceso justifica la implementación de una plataforma tecnológica centralizada e interactiva que garantice una disponibilidad permanente (24/7) y optimice la recuperación de la normativa oficial.
8	Frecuencia de uso de herramientas digitales para informarse	Resultados SIMPRE CASI SIMPRE A veces NUNCA 26% 2% 19% 53%	Los resultados evidencian un alto nivel de competencia y familiaridad digital en el estamento estudiantil. De los 128 estudiantes encuestados, el 72,0% (93 personas) utiliza tecnologías digitales «casi siempre» o «siempre» para la búsqueda de información general, lo que demuestra que la comunidad posee las

			capacidades técnicas necesarias para interactuar con plataformas en línea. En contraparte, solo un mínimo porcentaje (2,0%, equivalente a 2 personas) afirma no utilizarlas. Esta alta adopción digital respalda la viabilidad de introducir un sistema informático inteligente, asegurando que los usuarios cuentan con la destreza básica requerida para su aprovechamiento.
--	--	--	---

9	Dificultades para obtener información rápida sobre la carrera	Resultados <table><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>SI</td><td>66%</td></tr><tr><td>NO</td><td>34%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	SI	66%	NO	34%	Los datos reflejan una problemática aguda respecto al acceso ágil a los datos institucionales. Un contundente 66,0% (84 de 128) de los encuestados reconoció haber experimentado dificultades para obtener información rápida sobre la carrera, frente a un 34,0% (44 de 128) que indicó no tenerlas. Esta marcada mayoría que sufre limitaciones operativas corrobora la existencia de un cuello de botella comunicacional en la extensión, justificando de manera directa la necesidad de implementar una herramienta
Respuesta	Porcentaje								
SI	66%								
NO	34%								

			automatizada de consulta inmediata que elimine las barreras de acceso a la información académica.										
10	Percepción sobre la necesidad de mejorar los mecanismos de comunicación	Resultados <table><tr><th>Categoría</th><th>Porcentaje</th></tr><tr><td>MUY NECESARIO</td><td>41%</td></tr><tr><td>NECESARIO</td><td>53%</td></tr><tr><td>POCO NECESARIO</td><td>6%</td></tr><tr><td>NADA NECESARIO</td><td>0%</td></tr></table>	Categoría	Porcentaje	MUY NECESARIO	41%	NECESARIO	53%	POCO NECESARIO	6%	NADA NECESARIO	0%	La evaluación sobre la mejora de los mecanismos de comunicación muestra un consenso abrumador en la comunidad estudiantil. El 41,0% (53 de 128) calificó la medida como «muy necesaria», el 53,0% (68 de 128) como «necesaria» y un reducido 6,0% (7 de 128) lo consideró «menos necesario». En conjunto, el 94,0% (121 de 128) cree que es
Categoría	Porcentaje												
MUY NECESARIO	41%												
NECESARIO	53%												
POCO NECESARIO	6%												
NADA NECESARIO	0%												

			indispensable optimizar esta herramienta. Este respaldo masivo valida plenamente la pertinencia y oportunidad del presente trabajo de titulación, demostrando que la implementación del sistema informático inteligente responde a una demanda sentida y prioritaria por parte de los estudiantes de la carrera.
--	--	--	---

Tabla 3 Tabulación de la encuesta aplicada a estudiantes (N=128)

3.6.2 Análisis de entrevista al Coordinador de carrera

Pregunta	Actor Entrevistado	Síntesis de la Respuesta	Análisis e Interpretación
1. Evaluación de los procesos actuales de orientación académica	Coordinador de la Carrera y Personal de Secretaría	Se evidencia una alta saturación operativa derivada de la repetición constante de consultas básicas sobre normativas, horarios y mallas curriculares. Además, se constata el uso masivo de canales informales que escapan al control institucional.	La saturación del personal administrativo confirma que el modelo de atención presencial y manual es ineficiente y colapsa ante la demanda concurrente, justificando la urgencia de automatizar las respuestas de primer nivel.
2. Impacto de la dispersión informativa en la trayectoria estudiantil	Coordinador de la Carrera	La falta de un repositorio oficial centralizado provoca errores recurrentes en la verificación de prerequisites, inscripciones incorrectas en asignaturas y demoras en los procesos de culminación de estudios.	La dispersión informativa no solo genera sobrecarga operativa, sino que impacta negativamente en la progresión y el rendimiento académico del estudiante, comprometiendo su eficiencia terminal.
3. Gestión de plazos y cumplimiento de trámites institucionales	Personal Administrativo (Secretaría)	Se reporta una pérdida frecuente de plazos en procesos de matriculación y trámites debido al desconocimiento de fechas clave y a la dependencia de rumores difundidos en grupos de mensajería instantánea.	El desconocimiento de los plazos oficiales evidencia graves deficiencias en los mecanismos de difusión institucional, lo que respalda la necesidad de implementar una plataforma con acceso ininterrumpido (24/7).

Tabla 4 Síntesis cualitativa de la entrevista aplicada a Coordinación y Secretaría

3.6.3 Presentación y descripción de los resultados obtenidos

El análisis conjunto de los instrumentos aplicados revela un escenario institucional caracterizado por una alta fricción operativa y demoras recurrentes en los procesos de orientación académica. A partir del estudio cuantitativo, que contó con la participación de 128 estudiantes de la carrera de Ingeniería de Software, se evidencia que una significativa mayoría de la comunidad estudiantil enfrenta barreras para obtener información oportuna y oficial. Ante

las limitaciones de los canales institucionales tradicionales, los estudiantes recurren de manera masiva a vías informales de comunicación, como grupos de WhatsApp y redes sociales, para hacer frente a la insuficiencia o tardanza en la recepción de datos fundamentales para su trayectoria formativa.

Por su parte, el análisis cualitativo derivado de las entrevistas aplicadas a los actores clave —específicamente al coordinador de la carrera y al personal administrativo de secretaría— confirma que la problemática principal radica en las limitaciones del modelo de atención presencial y manual. La gestión individual de consultas repetitivas y rutinarias, tales como la verificación de prerrequisitos, revisión de mallas curriculares y control de fechas límite, genera un cuello de botella que sobrecarga las capacidades operativas del centro. En este sentido, los resultados cualitativos validan que la implementación de un asistente virtual inteligente y asíncrono representa una solución pertinente para automatizar las respuestas de primer nivel, optimizar el tiempo del personal y garantizar una orientación ágil y confiable para los estudiantes.

3.6.4 Informe final del análisis de los datos

En cumplimiento con el rigor metodológico, se procede a triangular las causas originales del problema planteadas en la investigación con las evidencias empíricas obtenidas a través de los instrumentos de campo (encuesta aplicada a los 128 estudiantes y entrevistas a los actores clave: coordinador y personal administrativo), demostrando de manera consistente la problemática institucional:

- **Demostración de la Causa 1 (Dependencia de canales informales ante la saturación de los medios institucionales):** Esta causa se corrobora al triangular los resultados de la encuesta —donde una alta proporción del estudiantado recurre frecuentemente a grupos de WhatsApp y redes sociales para informarse— con las declaraciones

obtenidas en las entrevistas al coordinador y al personal de secretaría. Ambos actores reconocen que el modelo de atención presencial y manual genera cuellos de botella operativos que saturan los canales formales, propiciando que los estudiantes busquen alternativas informales para obtener respuestas inmediatas.

- **Demostración de la Causa 2 (Insuficiencia y tardanza en la recepción de información académica):** Se evidencia mediante la contrastación entre el porcentaje de estudiantes que percibe retrasos e insuficiencia en los datos recibidos y el reconocimiento del personal administrativo sobre las limitaciones operativas para gestionar de manera simultánea y oportuna la gran cantidad de solicitudes informativas mediante procesos exclusivamente manuales. Esto confirma que los medios tradicionales actuales son insuficientes para garantizar la fluidez informativa que requiere el estudiantado.
- **Demostración de la Causa 3 (Sobrecarga transaccional en el personal administrativo y docente):** La triangulación confirma que el volumen de consultas repetitivas sobre horarios, mallas curriculares y normativas supera la capacidad de respuesta individual del personal de secretaría y coordinación. Mientras la encuesta refleja la alta demanda y dependencia de orientación por parte del estamento estudiantil, las entrevistas con las autoridades y el personal administrativo corroboran que la atención manual y recurrente de estas dudas distrae al equipo de sus funciones sustantivas, validando la necesidad de delegar estas tareas en un sistema automatizado de asistencia virtual.

CAPÍTULO IV:

4 MARCO PROPOSITIVO

4.1 Introducción

En este apartado, se realiza una descripción detallada del sistema informático propuesto, considerando los recursos humanos, tecnológicos y económicos necesarios para su desarrollo e implementación operativa.

Se optó por el enfoque ágil «Scrum» para el desarrollo del software de la plataforma de orientación académica. Este modelo contribuyó a establecer estrategias sistemáticas para las características funcionales y no funcionales del programa. Además, resultó beneficiosa a la hora de delinear las diferentes fases de este tipo de proyectos, así como las responsabilidades que conllevan los distintos puestos. Al mismo tiempo, se crearon descripciones de casos de uso que sirvieron como base para diseñar la interfaz del programa y su arquitectura general.

En la etapa de desarrollo, se validaron los flujos institucionales mediante la implementación de los procesos necesarios, empleando tecnologías específicas como FastAPI, bases de datos vectoriales FAISS y el motor de ejecución local Llama 3. El propósito principal fue comprobar el correcto funcionamiento de la plataforma a través de pruebas de integración y simulaciones de consultas reales.

Por último, se llevó a cabo una verificación exhaustiva para garantizar que la implementación cumple plenamente con los requisitos técnicos definidos, logrando coherencia en los resultados y mejorando significativamente la interacción entre estudiantes y personal administrativo con el sistema. De esta manera, se busca generar un impacto positivo y duradero en la gestión de la orientación académica dentro de la Carrera de Ingeniería de Software en la ULEAM, Extensión El Carmen.

4.2 Descripción de la propuesta

La propuesta tecnológica consiste en el diseño y desarrollo de un sistema informático inteligente orientado a automatizar y centralizar los procesos de orientación académica en la carrera de Ingeniería de Software. La solución está concebida como una herramienta de apoyo institucional orientada a **contribuir en la mitigación** de la latencia, la dispersión informativa y la sobrecarga administrativa identificadas en el diagnóstico.

A nivel arquitectónico, el software aplica el principio de desacoplo, lo que garantiza que el procesamiento de los datos se ejecute de manera local, asegurando la privacidad y el manejo exclusivo de la información dentro de la institución. En cuanto a su estructura operativa, el sistema se compone de dos módulos principales:

- **Interfaz de Usuario (Portal Estudiantil SPA):** Un portal interactivo accesible para los estudiantes que integra un asistente virtual avanzado basado en inteligencia artificial. Permite consultar normativas, horarios y planes de estudio en lenguaje natural, obteniendo respuestas fundamentadas en documentos oficiales de forma ininterrumpida (24/7).
- **Panel de Administración (Dashboard CRUD):** Un entorno seguro y controlado destinado al personal administrativo y secretaría. Facilita la gestión centralizada de los repositorios documentales y la ingesta automatizada de nueva normativa, asegurando que la base de conocimientos del asistente se mantenga actualizada.

Modelo de Desarrollo de Software Seleccionado

Con el fin de planificar adecuadamente el ciclo de vida del proyecto, se adoptó la metodología ágil **Scrum**. La división del trabajo en iteraciones o sprints permitió desarrollar

y validar los componentes del sistema mediante pruebas unitarias y de recuperación de datos, garantizando la calidad y funcionalidad de la herramienta tecnológica.

4.3 Determinación de recursos

Para desarrollar el proyecto de manera eficiente, se designaron los recursos necesarios dividiéndolos en tres categorías: humanos, tecnológicos y económicos. De esta manera, se planifica de mejor manera el alcance y la sostenibilidad operativa de la aplicación dentro de la Carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen.

4.3.1 Humanos

Los recursos humanos se refieren a las personas que están directamente involucradas en el desarrollo del sistema, ya sea con la ejecución técnica o con la transferencia de conocimientos institucionales y de dominio. En la Tabla 4 se presentan los perfiles requeridos para el progreso del proyecto:

Personal	Función / Rol en el Proyecto	Cantidad
Estudiante	Responsable de la codificación de la interfaz web (Frontend), la creación de los servicios del servidor (Backend) y la integración general del software.	1
Especialista en IA / RAG	Encargado de la configuración del motor de lenguaje local, la vectorización de documentos y la gestión del orquestador semántico.	1
Contraparte Institucional	Coordinador y personal de Secretaría de la carrera. Actúan como expertos del dominio, proveyendo la documentación oficial y validando los flujos de orientación.	2

Población de Control	Estamentos estudiantiles de la carrera en la Extensión El Carmen. Actúan como usuarios finales para la fase de levantamiento de requerimientos y pruebas de validación.	128
-----------------------------	---	-----

Tabla 5 Determinación de los recursos humanos involucrados en el proyecto

4.3.2 Tecnológicos

Los recursos tecnológicos son cruciales en este proyecto, permitiendo dimensionar las capacidades de hardware y software utilizadas para la compilación, procesamiento y despliegue del sistema informático.

A. Hardware

En la Tabla 6 se detallan las especificaciones de los equipos de computación empleados como estación de desarrollo y pruebas locales.

Denominación del Recurso	Características Técnicas y Arquitectura	Cantidad
Estación de Desarrollo (Portátil)	Hewlett-Packard (HP) 245 G8 Notebook PC. Arquitectura x86-64. Equipado con procesador AMD Ryzen, 12 GB de Memoria RAM (capacidad técnica mínima requerida para la ejecución fluida en memoria del modelo LLM de 8B) y unidad de almacenamiento SSD.	1
Infraestructura de Red	Conexión a Internet dedicada de banda ancha (Fibra óptica) requerida para la descarga inicial de librerías, repositorios de HuggingFace y actualización de dependencias de Python.	1

Almacenamiento Secundario	Unidad externa para respaldos redundantes del código fuente, control de versiones local y transporte de la base de datos SQLite y los índices vectoriales.	1
----------------------------------	--	---

Tabla 6 Especificaciones técnicas de la infraestructura de Hardware

B. Software

En la Tabla 7 se enlistan las herramientas lógicas, entornos de desarrollo y bibliotecas de código abierto seleccionadas para la arquitectura del sistema.

Denominación del Recurso	Características y Función dentro de la Arquitectura	Cantidad
Sistema Operativo Base	Ubuntu 24.04.3 LTS (Kernel Linux 6.17.0-35-generic). Entorno de ejecución nativo seleccionado por su alta estabilidad y rendimiento en la asignación de recursos para la inferencia de Inteligencia Artificial.	1
Entorno de Desarrollo (IDE)	Visual Studio Code. Editor de código fuente equipado con extensiones para depuración asíncrona, formateo de sintaxis y terminal integrada.	1
Lenguaje de Programación	Python 3.10+ (Motor Backend, RAG y ORM) y JavaScript / HTML5 / CSS3 (Desarrollo del Frontend responsivo e interacciones SPA).	1
Framework de Servicios	FastAPI. Micro-framework asíncrono en Python encargado de exponer las APIs RESTful, gestionar las rutas CRUD y emitir los tokens de seguridad JWT.	1

Motor de Ejecución de IA	Ollama. Servicio local encargado de instanciar de forma segura el modelo de lenguaje Llama 3 (8B) y el modelo de vectorización Nomic-Embed-Text sin depender de la nube.	1
Orquestador Lógico RAG	LangChain. Framework utilizado para estructurar las cadenas de recuperación, la fragmentación de PDFs institucionales y el diseño del prompt de restricción.	1
Motores de Base de Datos	FAISS (Base de datos vectorial local para búsquedas semánticas rápidas) y SQLite (Base de datos relacional ultraligera para la persistencia del CRUD administrativo).	2
Control de Versiones	Git. Sistema de control de versiones distribuido para el versionado del código fuente y protección de los commits del desarrollo.	1

Tabla 7 Desglose de las herramientas, lenguajes y entornos de Software

4.3.3 Económicos

El análisis económico proyecta los costos monetarios asociados a la ejecución del proyecto. Debido a la naturaleza local y de código abierto (Open Source) de la solución informática diseñada, el presupuesto demuestra una alta viabilidad financiera, reduciendo a cero el gasto en licenciamiento de software de terceros.

Denominación del Recurso	Características y Justificación del Gasto	Cantidad (Meses/Unid.)	Costo Total Estimado (\$)

Desarrollo de Software (Programación)	Honorarios estimados por el diseño, codificación e implementación de la arquitectura RAG, interfaces y despliegue del asistente virtual.	1 proyecto	\$ 650.00
Depreciación de Hardware	Amortización calculada sobre el desgaste de la estación de trabajo HP 245 G8 durante el ciclo de desarrollo.	6 meses	\$ 150.00
Servicio de Internet	Conectividad de banda ancha utilizada para investigación, clonación de repositorios y descargas de modelos IA.	6 meses	\$ 180.00
Suministro Eléctrico	Consumo energético estimado (Kw/h) derivado del uso continuo del equipo durante las fases de programación y entrenamiento.	6 meses	\$ 90.00
Licencias de Software	Uso de arquitectura Open Source (FastAPI, Ollama, Llama 3, Ubuntu LTS, LangChain, FAISS).	Múltiples	\$ 0.00
Insumos de Gabinete	Gastos menores de papelería, impresiones de instrumentos de campo (encuestas/entrevistas) y encuadernación de borradores.	Global	\$ 30.00

TOTAL	Inversión operativa indirecta asumida por el investigador para la materialización del proyecto.	N/A	\$ 1100.00
--------------	---	-----	------------

Tabla 8 Recursos y Presupuesto Estimado del Proyecto

4.4 Desarrollo del sistema bajo la metodología Scrum

El ciclo de desarrollo del sistema informático se articuló bajo los principios empíricos del marco ágil Scrum, estructurando la ingeniería del proyecto de forma iterativa e incremental. Debido a la naturaleza de integrar un motor de Inteligencia Artificial con Generación Aumentada por Recuperación (RAG) en un entorno de ejecución local, el desarrollo se segmentó en fases técnico-operacionales orientadas a mitigar riesgos de latencia, asegurar la soberanía de los datos académicos y garantizar una experiencia de usuario fluida.

4.4.1 Descripción del producto

El artefacto de software propuesto es un Sistema Informático Inteligente diseñado específicamente para centralizar, procesar y automatizar la orientación académica en la Carrera de Ingeniería de Software. Su arquitectura desacoplada se divide en un portal web interactivo para las consultas estudiantiles y un panel de control restringido para la administración institucional.

4.4.1.1 Propósito del producto

El objetivo principal del sistema es eliminar las fricciones operativas y los cuellos de botella en la gestión de la información detectada durante el diagnóstico institucional. El producto funciona como un intermediario asincrónico, disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana, que responde consultas en lenguaje natural obtenidas exclusivamente en fuentes de conocimiento oficial rigurosamente validadas. De esta forma, se reduce significativamente la

desinformación entre los estudiantes y se alivia al personal de coordinación y secretaría de tareas repetitivas y de índole transaccional.

4.4.1.2 Funcionalidades clave

Para cumplir con su propósito, el software despliega las siguientes capacidades operativas principales:

Consulta Semántica Automatizada (Chatbot RAG): Interfaz conversacional inteligente que procesa las preguntas de los usuarios y recupera información precisa desde los documentos institucionales.

Gestión CRUD Institucional (Dashboards): Panel administrativo seguro que permite gestionar los registros académicos y la información de la carrera.

Ingesta Documental: Módulo backend optimizado para la carga y procesamiento de archivos normativos oficiales.

Control de Acceso Seguro: Mecanismo de autenticación basado en tokens para proteger las rutas administrativas del sistema.

4.4.1.3 Usuarios objetivo

El ecosistema interactivo del software atiende a dos segmentos operativos claramente definidos:

Usuarios Finales (Estudiantes): Interactúan de forma pública y anónima con la interfaz conversacional para resolver sus dudas académicas.

Usuarios Administradores (Autoridades / Secretaría): Requieren credenciales de acceso para operar el panel de control y actualizar la base de conocimiento institucional.

4.4.1.4 Condiciones de éxito del producto

El proyecto tecnológico se considera exitoso al cumplir con los siguientes criterios de calidad:

- Ejecución del motor de Inteligencia Artificial y almacenamiento vectorial de manera local, preservando la privacidad institucional.
- Tiempos de respuesta (latencia) inferiores a 3.0 segundos en las consultas del asistente.
- Adaptabilidad visual de las interfaces a través de un diseño web responsivo.
- Seguridad en el almacenamiento de credenciales administrativas mediante cifrado.

4.4.2 Historias de usuario

Para estructurar los requerimientos desde la perspectiva del usuario final y administrativo, se definieron las historias de usuario orientadas a la funcionalidad principal del sistema:

4.4.2.1 Historia de Usuario 1

Título: Autenticación del administrador.

Descripción: Como administrador (Secretaría/Coordinador), quiero poder iniciar sesión en el sistema mediante unas credenciales seguras para poder acceder al panel de control (Dashboards) y visualizar la información académica, garantizando al mismo tiempo que los datos no sean accedidos por terceros.

Criterios de aceptación: El sistema debe cifrar la contraseña de usuario introducida y generar un token JWT (Json Web Token) para garantizar que solo el logueado tenga acceso a la información.

4.4.2.2 Historia de Usuario 2

Título: Consulta semántica estudiantil

Descripción: Como estudiante de la carrera de Ingeniería de Software, Quiero plantear preguntas en lenguaje natural mediante el asistente virtual, Para obtener respuestas confiables, precisas y oportunas sobre los planes de estudio, la planificación de clases y las normativas oficiales de la institución.

Criterios de aceptación: Respuesta del chatbot en menos de tres segundos, sin ir más allá de la información pertinente para cada carrera.

4.4.2.3 Historia de Usuario 3

Título: Alimentación de la base de conocimientos de la institución.

Descripción: Como administrador, quiero cargar archivos pdf o csv con la trama y las instrucciones del curso, para que la inteligencia artificial pueda actualizar sus bases de conocimientos y ofrecer mejores sugerencias.

Criterios de aceptación: El sistema debería ser capaz de extraer el texto, dividirlo en trozos y almacenarlo en forma de índice en FAISS.

4.4.2.4 Historia de Usuario 4

Título: Gestión de la información pública (CRUD)

Descripción: Como administrador, quiero poder crear, leer, actualizar y eliminar registros de datos sobre los profesores y el personal administrativo para garantizar que toda la información relacionada con mi especialización se mantenga actualizada.

Criterio de aceptación: Toda edición que realice en este panel debe reflejarse en la base de datos relacionales SQLite y en la página web de consulta.

4.4.2.5 Historia de Usuario 5

Título: Enrutamiento heurístico de consultas

Descripción: Como sistema informático, quiero poder identificar y procesar palabras claves antes de pasarlas a la LLM; esto me ayudará a ahorrar tiempo (operaciones) y obtener resultados más rápidamente si se trata de una pregunta estándar o sencilla

Criterio de aceptación:

- El sistema debe analizar el texto ingresado por el usuario mediante un módulo de análisis léxico o coincidencia de palabras clave (heurística) previo al procesamiento semántico profundo.
- Si la consulta coincide con patrones de preguntas frecuentes o estándar (como horarios, requisitos o fechas de matrícula), el sistema debe enrutar la solicitud hacia respuestas o fragmentos indexados específicos sin sobrecargar innecesariamente la inferencia del modelo generativo.
- El sistema debe registrar en los registros de depuración (logs) la trazabilidad de las consultas resueltas por enrutamiento heurístico frente a aquellas que requirieron procesamiento completo por el modelo de recuperación (RAG).

4.4.3 Diseño del sistema / Descripción técnica

Esta sección presenta la abstracción lógica y visual del funcionamiento interno del software en sí mismo, representando las interacciones en un lenguaje de modelado estándar.

Casos de uso: Los diagramas de casos de uso ilustran los escenarios de interacción principal, centrándose en las funciones ofrecidas por cada actor. Por ejemplo, el Estudiante solo puede acceder al chatbot para hacerle preguntas y obtener respuestas de él, mientras que la Administración puede iniciar sesión, realizar operaciones CRUD con los registros y cargar documentos para el entrenamiento de la IA.

DIAGRAMA DE CASOS DE USO

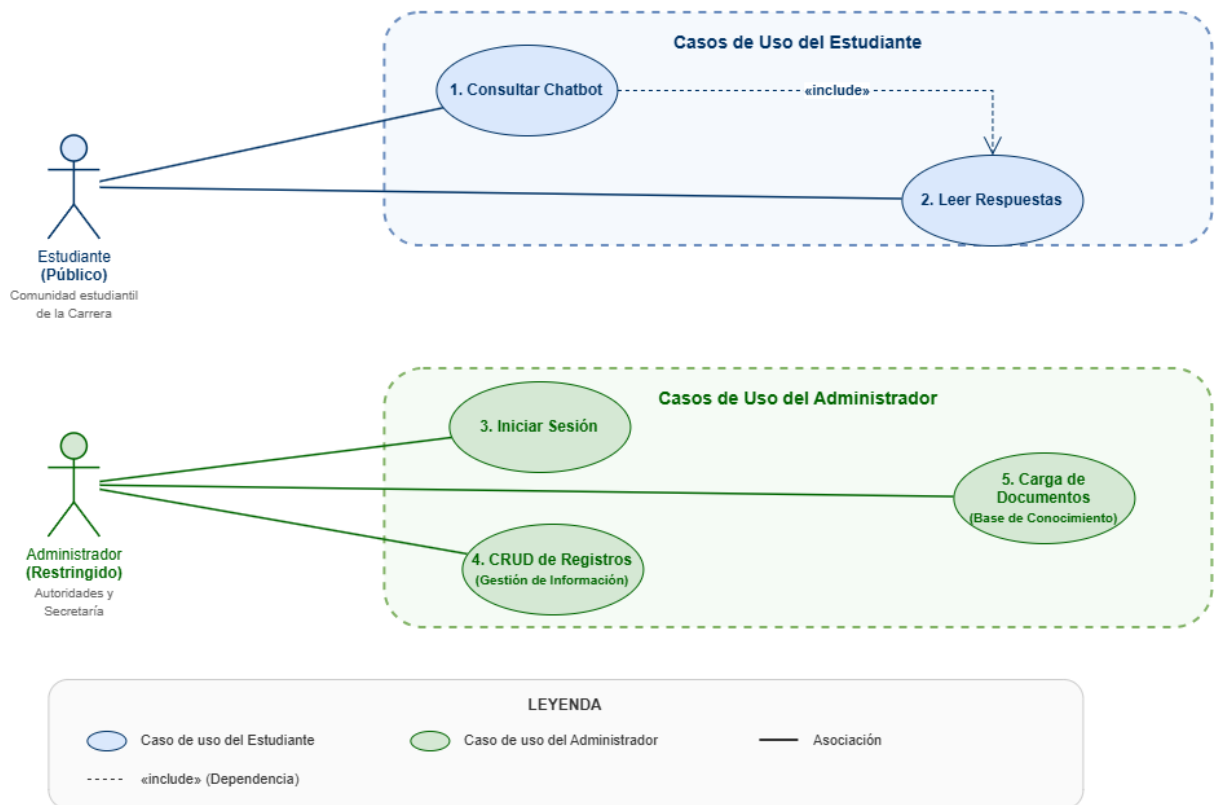


Ilustración 2 Casos de uso

Diagramas de secuencia Describen la línea de tiempo de la mensajería del motor RAG.

1. Secuencia de Consulta Semántica (Motor RAG)

Este diagrama describe la línea de tiempo de la mensajería central del asistente inteligente, desde la entrada de texto hasta la inferencia del modelo.

Paso 1 (Petición Inicial): El usuario (estudiante) introduce una consulta en lenguaje natural en el chatbot (SPA). El cliente web capta el evento y envía una solicitud HTTP POST asíncrona (mediante el API fetch) al endpoint /chat/ expuesto por FastAPI.

Paso 2 (Vectorización): FastAPI recibe el texto tal cual es y envía una solicitud al gestor de LangChain, que está ejecutando localmente o accediendo a él, para que el gestor utilice el

modelo de incrustaciones de OLLAMA (nomic-embed-text) y convierta la pregunta en un vector.

Paso 3 (Búsqueda de Similitud): El sistema de fondo busca en la base de datos vectorial «FAISS» aquellos fragmentos que sean más similares al fragmento de la pregunta introducida por el usuario - utilizando para ello una búsqueda por similitud cosenoidal-.

Paso 4 (Ensamblaje del Prompt): FAISS devuelva el contexto académico, y luego LangChain genera una plantilla de restricciones - también conocida como criterio-, concatenando la pregunta original y el contexto rescatado para entrenar al LLM.

Paso 5 (Inferencia LLM): El prompt ensamblado se envía al Modelo de Lenguaje Grande local (Llama 3 de 8B) a través de Ollama.

Paso 6 (Respuesta al Cliente): Llama 3 genera la respuesta final de forma coherente. FastAPI empaqueta este resultado y retorna un código HTTP 200 OK en formato JSON a la SPA, la cual actualiza el DOM para renderizar el mensaje en la pantalla del estudiante.

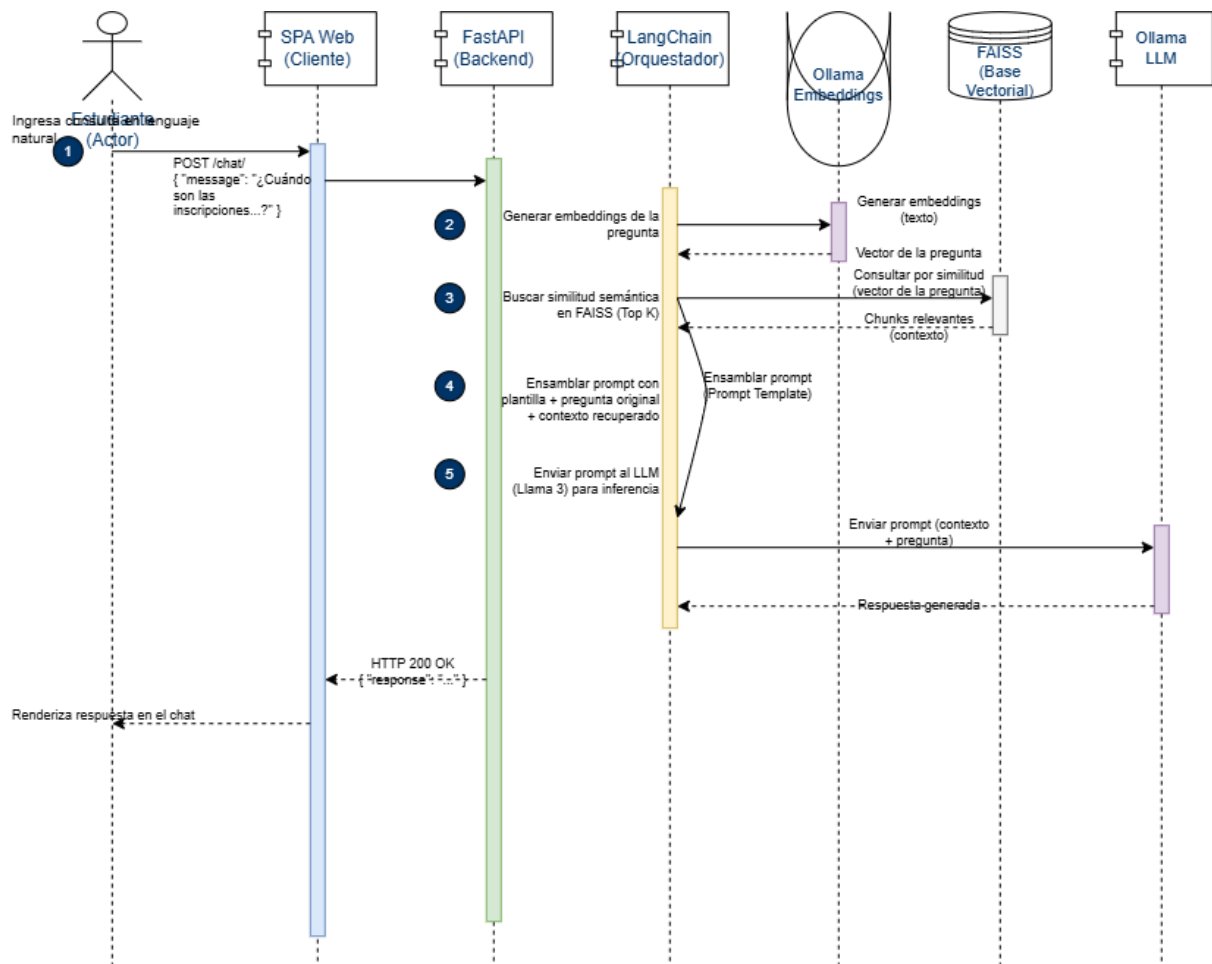


Ilustración 3 Secuencia de Consulta Semántica (Motor RAG)

2. Secuencia de Ingesta y Vectorización de Documentos

Este diagrama modela el flujo de actualización de la base de conocimiento administrable.

Paso 1 (Carga de Archivo): quien haya iniciado sesión correctamente en la consola pasará a una pantalla en la que pueda seleccionar el archivo (un fichero PDF o CSV) y realizar una solicitud HTTP POST a `/upload_file`, enviando el token JWT en la cabecera de la solicitud.

Paso 2 (Validación de Seguridad): el sistema de back-end, al ejecutar la aplicación web FastAPI, deberá comprobar si el token JWT es válido - es decir, si no ha sido falsificado - y confirmar que quien realiza la solicitud sea un usuario con perfil de administrador.

Paso 3 (Extracción y Limpieza): si la comprobación anterior es correcta, otro script escrito en Python, llamado `rag_engine.py`, utilizará diversas utilidades de LangChain (como `PyPDFLoader`) para extraer texto del PDF o archivo CSV.

Paso 4 (Fragmentación): luego, utilizando la clase `RecursiveCharacterTextSplitter`, este mismo script dividirá el texto extraído del archivo en trozos más pequeños, superpuestos entre sí (por ejemplo, de 1000 caracteres).

Paso 5 (Indexación Vectorial): a continuación, se generará un embedding para cada fragmento y este se almacenará en algún lugar - una estructura de índice local (`.index`) gestionada por `Faiss` -, lo que permitirá que buscar estos fragmentos más tarde .

Paso 6 (Confirmación): El servidor retorna un estado de éxito al Dashboard, confirmando al administrador que el conocimiento de la IA ha sido actualizado.



Ilustración 4 Secuencia de Ingesta y Vectorización de Documentos

3. Secuencia de Autenticación de Administrador (Login)

Este diagrama describe el flujo de seguridad y control de estado de sesión.

Paso 1 (Envío de Credenciales): El Administrador envía sus credenciales (nombre de usuario y contraseña plana) mediante un POST al endpoint de autenticación.

Paso 2 (Validación Criptográfica): El controlador de autenticación de FastAPI (archivo auth.py) accede a la base de datos relacional (archivo seguro JSON o SQLite) tras realizar una solicitud de búsqueda. A continuación, procesa la contraseña introducida llamando al módulo crypto de PassLib, que aplica el cifrado hashbcrypt para compararlo con el valor esperado.

Paso 3 (Emisión de Token): Emisión de tokens. Si la validación es correcta, se genera un token web json (JWT) a partir del identificador en la clave secreta [SECRET_KEY] y este se devuelve al punto final de autorización protegida con una duración limitada.

Paso 4 (Acceso Restringido): El cliente web almacena el JWT en el localStorage del navegador. A partir de este punto, la aplicación adjunta automáticamente el token (Bearer <token>) en cada petición subsecuente, permitiendo la navegación en el Dashboard sin necesidad de re-autenticarse.

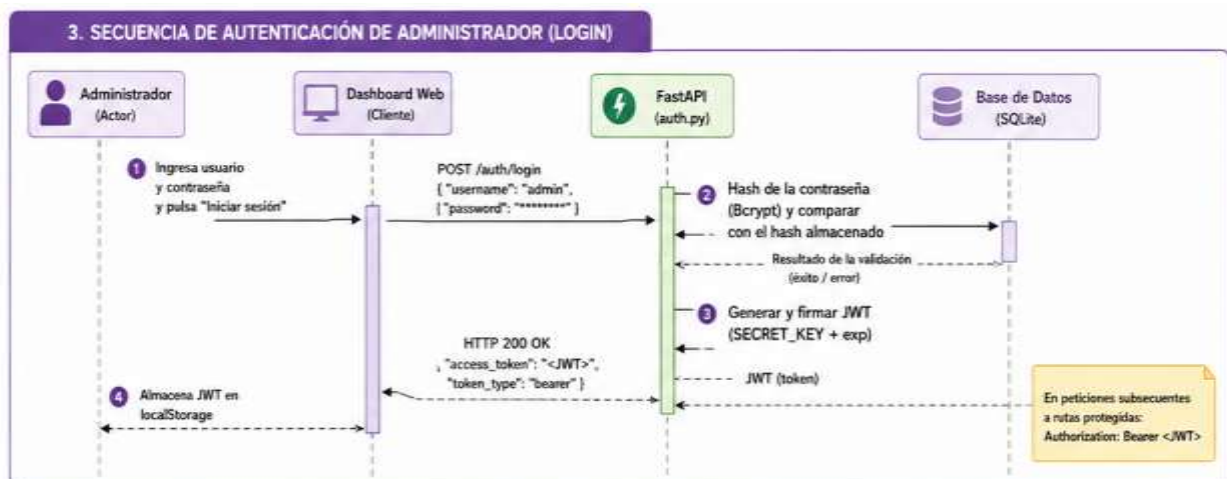


Ilustración 5 Secuencia de Autenticación de Administrador (Login)

4.4.4 Diagramas de Estados

Los diagramas de estados (o máquinas de estados) estandarizados por UML son herramientas de modelado de comportamiento que permiten ilustrar el ciclo de vida transicional de un objeto o sistema, detallando cómo este reacciona y cambia de estado frente a eventos internos o asíncronos externos.

Para garantizar una arquitectura estable y predecible, los ingenieros desarrollaron dos máquinas de estado críticas en cuanto a su funcionamiento: el módulo de control de sesiones administrativas y el motor de procesamiento semántico.

1. Máquina de Estados: Sesión del Administrador (Autenticación JWT)

Este diagrama representa el ciclo de vida del panel de administración (tablero) a la luz de la autorización del token.

Estado 1: No Autenticado (Estado Inicial). El sistema ha reconocido la solicitud realizada por el usuario visitante en la página web /admin , que no tiene ningún código JWT registrado en su configuración local. Para este estado, se bloquea el proceso de CRUD y solo se visualiza la pantalla de inicio de sesión:

Transición: Tras introducir la información de identificación, el usuario realiza otra operación de envío (enviar):

Estado 2: Validando Credenciales. Se trata de una fase breve en la que el backend (FastApi) recibe la solicitud , lee los datos de la base de datos SQLite y realiza operaciones críticas con el módulo contraseña_hash del paquete bcrypt .

Transición: se ha realizado correctamente la comprobación criptográfica y se ha emitido el JWT.

Estado 3: Autenticado / Token Activo. El estado predeterminado del sistema cuando el administrador está conectado. Le permite realizar cambios en los datos del PDF, la tabla de contenidos y los perfiles, al tiempo que activa el token en todas las solicitudes.

Transición: Pasa a otros estados cuando el administrador hace clic en Cerrar sesión o cuando caduca el token JWT en el servidor.

Estado 4: Sesión Expirada / Cerrada (Estado Final). El sistema destruye la validez del token local, revoca los accesos de escritura y redirige forzosamente al usuario de vuelta al estado "No Autenticado".

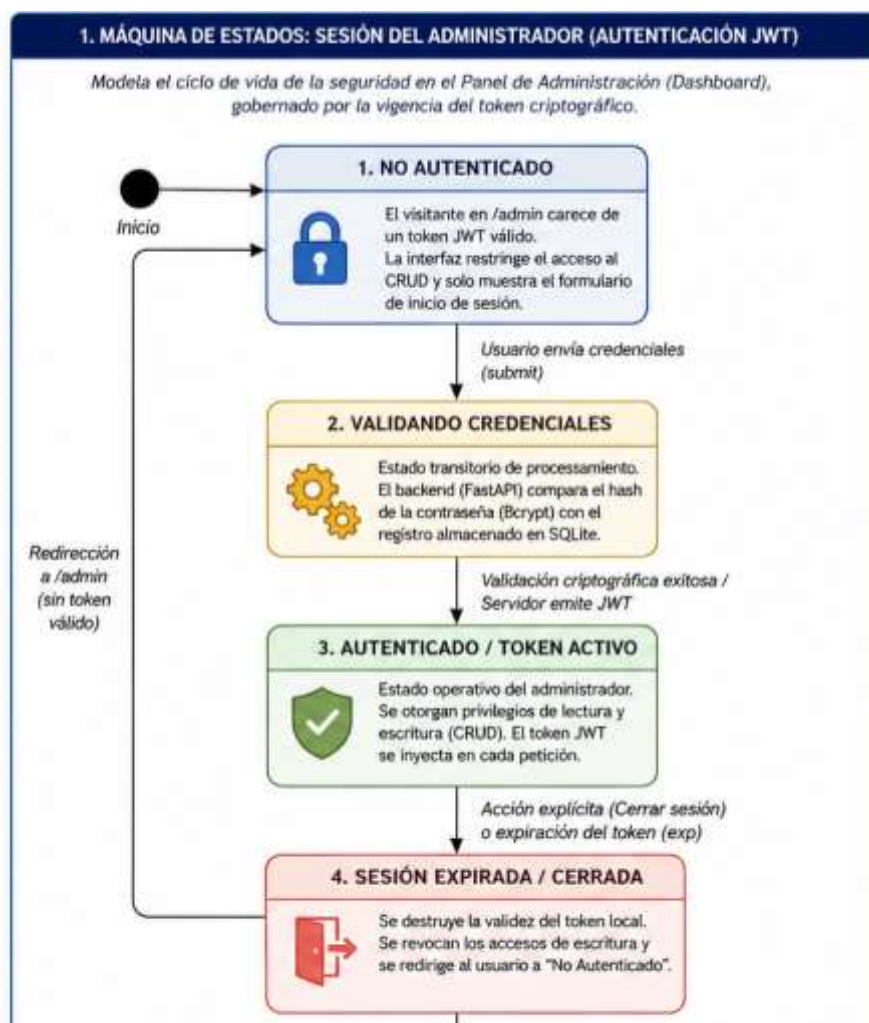


Ilustración 6 Máquina de Estados: Sesión del Administrador (Autenticación JWT)

2. Máquina de Estados: Modelo de Inteligencia Artificial (Motor RAG)

Este diagrama describe las transiciones operativas del "cerebro" del chatbot durante el ciclo de vida de una consulta estudiantil.

Estado 1: Esperando Prompt (Estado Inicial). El modelo de inteligencia artificial y el servidor de API están inactivos (en espera) y esperan asincrónicamente que llegue una solicitud a la página web pública/privada en el punto de acceso /chat/.

Transición: el estudiante envía la solicitud pulsando el botón «Enviar» en el SPA.

Estado 2: Recuperando Contexto. Se activa la función de búsqueda del sistema; el servidor genera un embeddig vectorial

de la pregunta e indexa las preguntas institucionales más relevantes mediante una búsqueda matemática en el índice local de FAISS.

Transición: FAISS retorna los fragmentos exactos y LangChain los acopla a la plantilla restrictiva.

Estado 3: Generando Respuesta (Inferencia). El estado de mayor carga computacional. El modelo de lenguaje grande (Llama 3 local) procesa el prompt ensamblado y comienza a predecir y generar los tokens de texto de forma coherente, basándose únicamente en el contexto recuperado para evitar alucinaciones.

Transición: El LLM alcanza el token de finalización o el límite máximo configurado (max_tokens).

Estado 4: Entregado (Estado Final). El servidor empaqueta la cadena de texto final y la retorna al cliente web para ser renderizada en la pantalla del usuario. Inmediatamente, la máquina de estados de la IA se reinicia y vuelve al estado "Esperando Prompt".

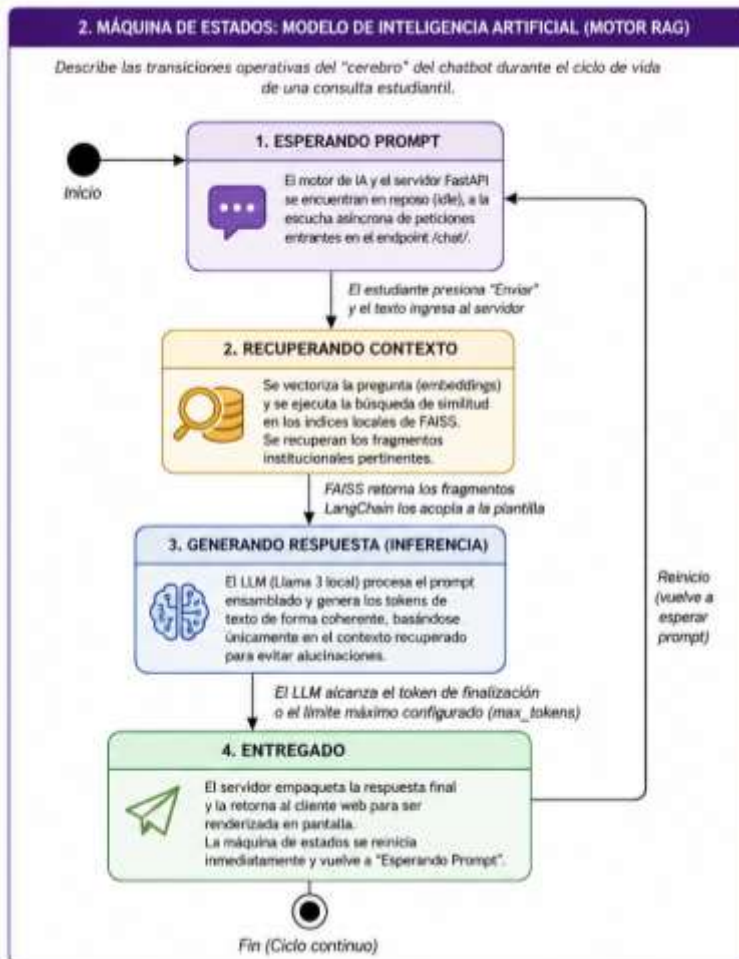


Ilustración 7 Máquina de Estados: Modelo de Inteligencia Artificial (Motor RAG)

4.4.5 Diagrama de base de datos

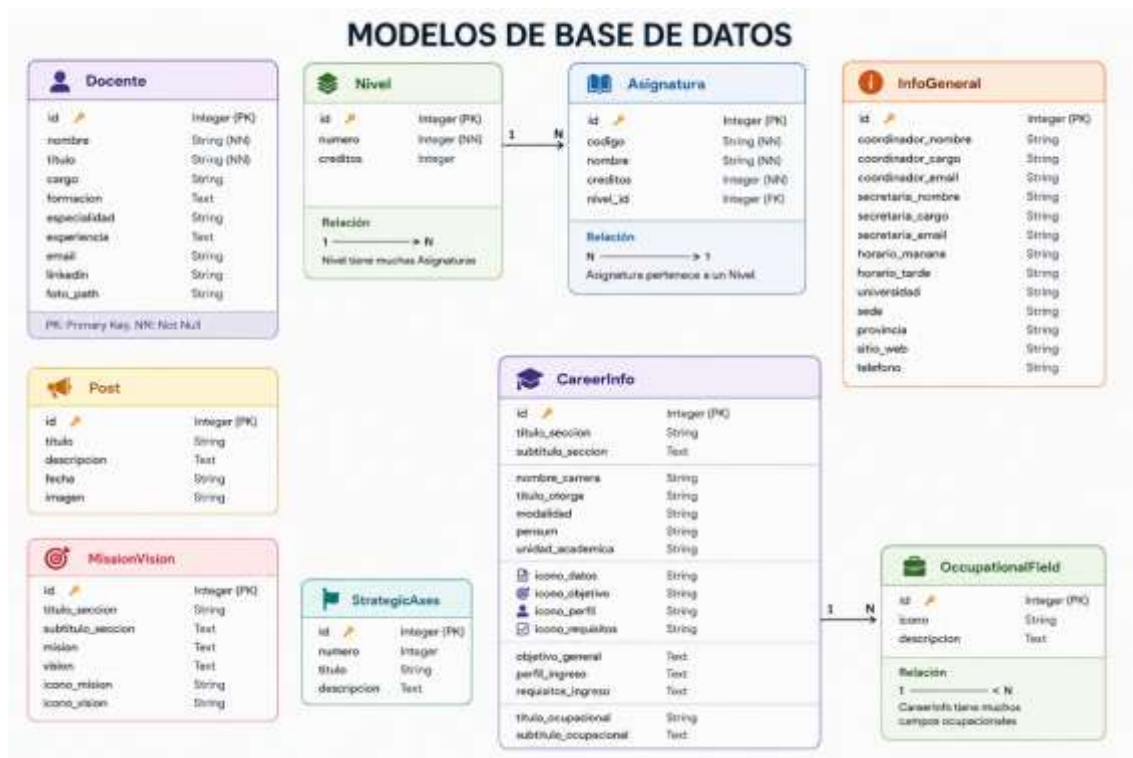


Ilustración 8 Base de datos

4.4.6 Arquitectura del sistema

El funcionamiento interno del sistema informático se basa en una arquitectura de procesamiento secuencial orientada a la recuperación y generación aumentada (RAG), la cual garantiza que las respuestas ofrecidas al usuario estén fundamentadas estrictamente en la normativa oficial de la carrera.

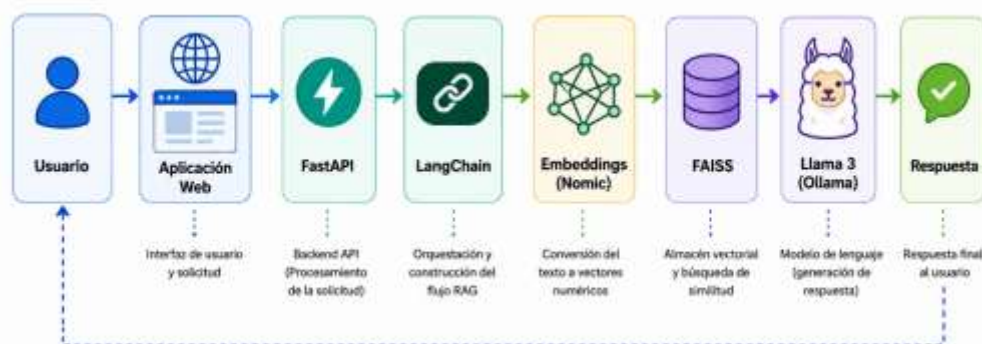


Ilustración 9 Flujo Arquitectónico y del Modelo RAG

4.4.7 Roles y responsabilidades

El trabajo bajo la metodología Scrum exigió la definición clara de los roles operativos para el proyecto de investigación tecnológica:

- **Product Owner (Dueño del Producto):** Representado por la Coordinadora de Carrera y Secretaría. Se encarga de priorizar las necesidades y de garantizar que el sistema se ajuste a las exigencias académicas de la universidad.
- **Scrum Master (Facilitador):** Representado por el Tutor del Proyecto de Fin de Carrera, y se encarga de hacer cumplir las normas del Scrum, resolver problemas técnicos y aprobar las entregas de cada sprint.
- **Development Team (Equipo de Desarrollo):** Representado por el Estudiante Investigador. Es el responsable de desarrollar la base de datos, el código en Python/JS, por poner en marcha el modelo Llama 3 y, en general, de construir el sistema.

4.4.8 Planificación del Sprint

Durante la fase de ingeniería, se dividieron en cuatro sprints con el siguiente plan de uso del tiempo:

Sprint 1

- **Objetivo:** Establecer la infraestructura del sistema y las normas de seguridad.
- **Duración:** Dos semanas.
- **Trabajo:** Configuración del servidor de FastAPI, modelos de base de datos relacionales con SQLAlchemy/SQLite, autorización de usuarios con tokens JWT y codificación de contraseñas con Bcrypt.

Sprint 2

- **Objetivo:** Desarrollar el motor de inteligencia artificial (RAG).

- **Duración:** Dos semanas.
- **Trabajo:** Instalación de Ollama (Llama 3) en el entorno local, programación de la perilla de LangChain para extraer información de documentos PDF de la universidad y crear un índice FAISS.

Sprint 3

- **Objetivo:** Desarrollar interfaces y conectarlas con el backend.
- **Duración:** Dos semanas.
- **Trabajo:** Creación de la interfaz del chatbot (HTML/JS/CSS) y de las interfaces del panel administrativo, y realización de solicitudes API fetch para recuperar documentos y mensajes del chatbot.

Sprint 4

- **Objetivo:** Pruebas, optimización y resultados de las pruebas.
- **Duración:** Una semana.
- **Trabajo:** Ajuste de las sugerencias de los usuarios, pruebas de transparencia en el backend, pruebas de rendimiento y pruebas de aceptación por parte de los usuarios.

4.4.9 Product Backlog

El inventario de requerimientos técnicos y tareas se desglosó por iteraciones de la siguiente manera:

Backlog inicial

- Definición de requerimientos y pila tecnológica (Python, JS, SQLite, FAISS, Llama 3).
- Creación de entornos virtuales e instalación de dependencias en el equipo HP.

Backlog Sprint 1

- Tarea 1: Inicializar la aplicación ASGI Uvicorn y FastAPI.
- Tarea 2: Crear el archivo models.py para la estructura de la base de datos.
- Tarea 3: Desarrollar el endpoint de Login y la lógica de validación JWT.

Backlog Sprint 2

- Tarea 1: Instalar dependencias de IA y descargar modelo local (Llama 3 - 8B).
- Tarea 2: Escribir el script rag_engine.py para el cargador de PDFs (PyPDFLoader).
- Tarea 3: Generar y almacenar los embeddings en FAISS.
- Tarea 4: Conectar LangChain con Ollama y diseñar la plantilla de Prompt estricto.

Backlog Sprint 3

- Tarea 1: Maquetar la interfaz responsiva del Chatbot (SPA).
- Tarea 2: Programar el panel HTML del CRUD administrativo.
- Tarea 3: Programar el cliente JavaScript para enviar las consultas del chat y recuperar el stream de texto.

Backlog Sprint 4

- Tarea 1: Ejecutar pruebas de carga para verificar el consumo de RAM/CPU.
- Tarea 2: Depurar alucinaciones de la IA mediante refinamiento del contexto (RAG).
- Tarea 3: Elaboración del manual de usuario y empaquetado del software final.

4.4.10 Diseño de interfaz (UI)

El diseño de las interfaces gráficas (UI) se planificó centrado en el usuario, garantizando legibilidad y accesibilidad para toda la comunidad académica.

Mapa de navegación Define la arquitectura de la información y los flujos de usuario. El sistema cuenta con dos flujos paralelos:

- **Flujo Público:** Acceso directo de los estudiantes a la vista principal (SPA) del chatbot, donde interactúan conversacionalmente sin requerir registro previo.
- **Flujo Restringido:** Ingreso a la ruta /admin que despliega un formulario de Login. Tras la validación del JWT, el usuario accede al Dashboard, el cual tiene un menú lateral de navegación para gestionar "Usuarios", "Documentos (PDFs)" y "Registros de Malla".

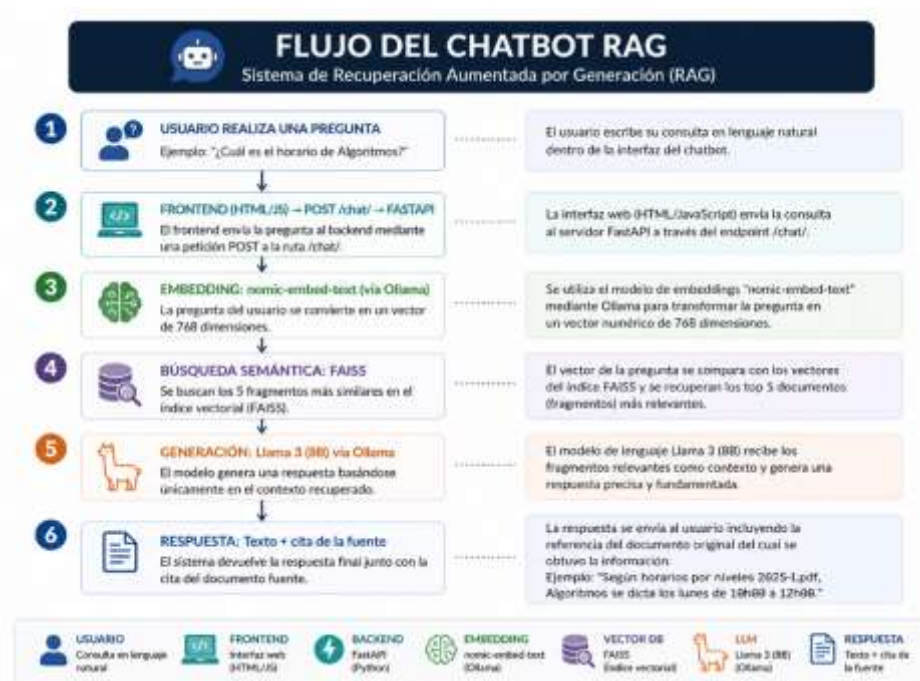


Ilustración 10 Mapa de navegación

Pantallas del sistema

El diseño de las interfaces se materializó a través de vistas funcionales orientadas a la claridad cognitiva y la eficiencia operativa. A continuación, se describen las características de las pantallas principales del sistema:

Vista Asistente Académico (Chatbot SPA): El desarrollo de la interfaz conversacional está inspirado en los principios de minimalismo y funcionalidad táctica. En primer lugar, la aplicación se despliega como una ventana flotante (modal) ubicada en la esquina inferior derecha de la pantalla. Al activarse, la interfaz principal del sistema se atenúa o desacopla parcialmente para pasar a un segundo plano, focalizando la atención del usuario en el asistente inteligente. Su estructura operativa comprende los siguientes elementos:

- **Cabecera Identificativa:** Barra superior corporativa con el título "Asistente Académico ULEAM" y controles de cierre, estableciendo confianza institucional.
- **Contenedor de Historial de Chat:** Espacio central limpio donde se renderiza el flujo conversacional. El sistema inicia proactivamente con un mensaje de bienvenida estructurado ("¡Hola! Soy el asistente virtual de Ingeniería de Software...") que orienta inmediatamente al usuario sobre el alcance y las capacidades del bot.
- **Campo de Entrada de Texto (Input):** Zona inferior compuesta por un campo de texto con un placeholder descriptivo ("Escribe tu consulta...") y un botón de acción primaria ("Enviar") de alto contraste, diseñado para ser accesible tanto en dispositivos móviles como de escritorio.
- **Retroalimentación Visual Asíncrona:** Implementación de indicadores de estado dinámicos (animaciones tipo "pensando..." o "escribiendo...") que informan al usuario que su petición está siendo procesada, mitigando la ansiedad de espera durante el

tiempo de latencia que toma la recuperación vectorial en FAISS y la inferencia generativa del modelo Llama 3.

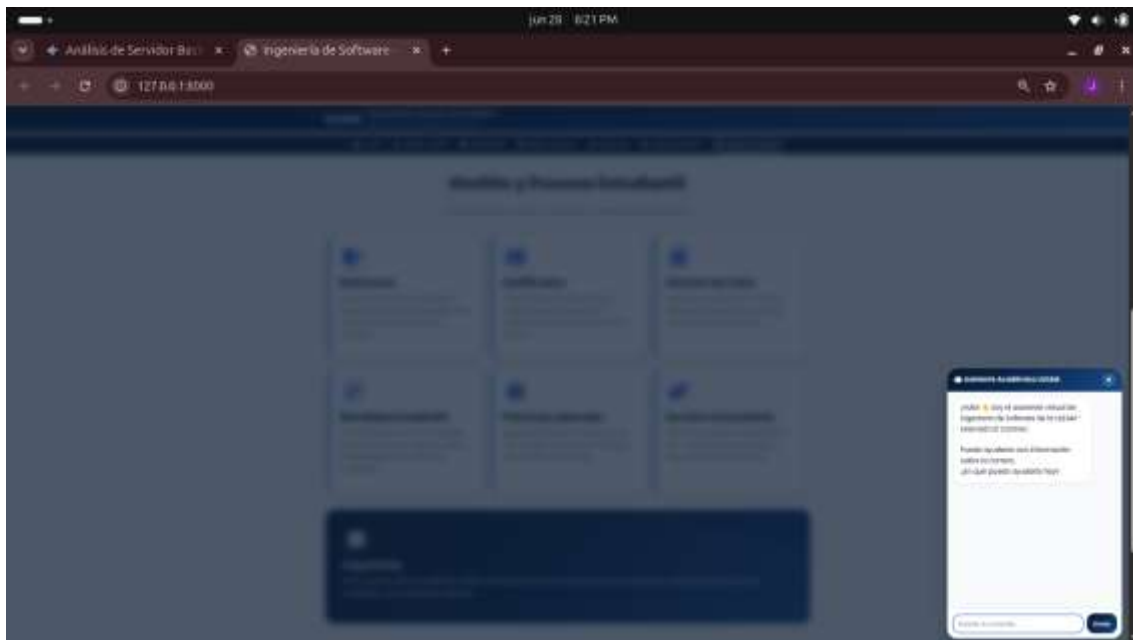


Ilustración 11 Pantalla del sistema

Vista Dashboard de Administración: Diseñada bajo un esquema de panel de control estructurado mediante un sistema de navegación por pestañas. Esta interfaz centraliza el control total del sistema y se subdivide lógicamente en tres páginas o módulos de gestión:

Página Admin: Interfaz destinada exclusivamente a la gestión de credenciales. Permite al administrador actualizar de forma segura su nombre de usuario y modificar la contraseña actual, impactando directamente en la lógica de encriptación (Bcrypt) del backend.

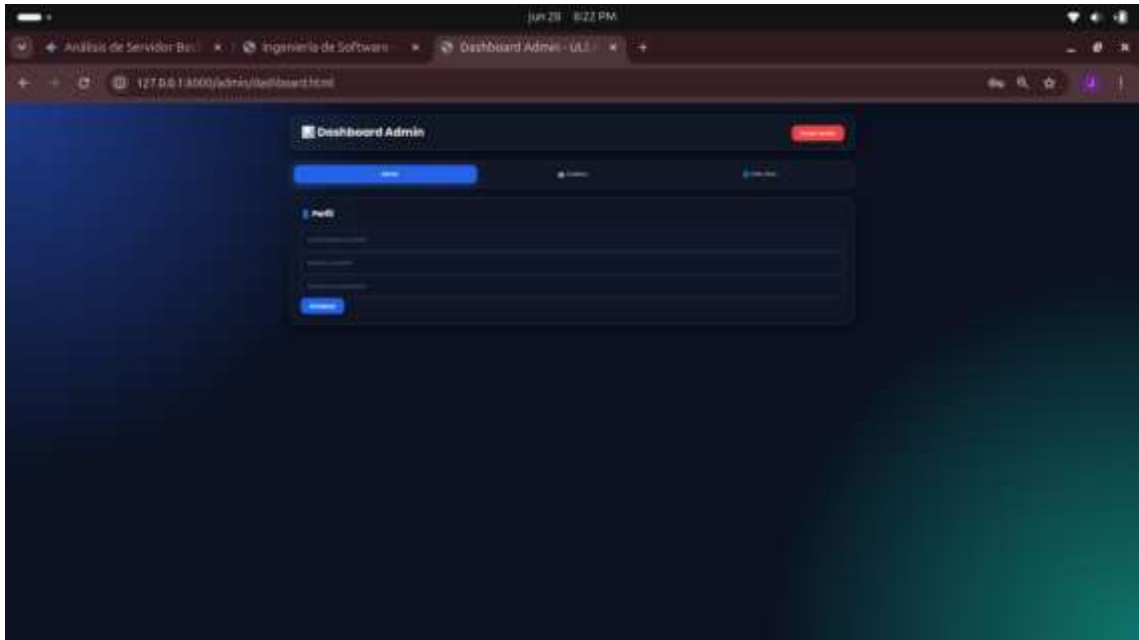


Ilustración 12 Vista Dashboard de Administración

Página Chatbot: Módulo de control dedicado a la alimentación del motor de Inteligencia Artificial. Proporciona una interfaz para subir nueva documentación oficial (archivos PDF o Excel/CSV), vectorizarlos y gestionar los documentos previamente indexados en el ecosistema de FAISS.

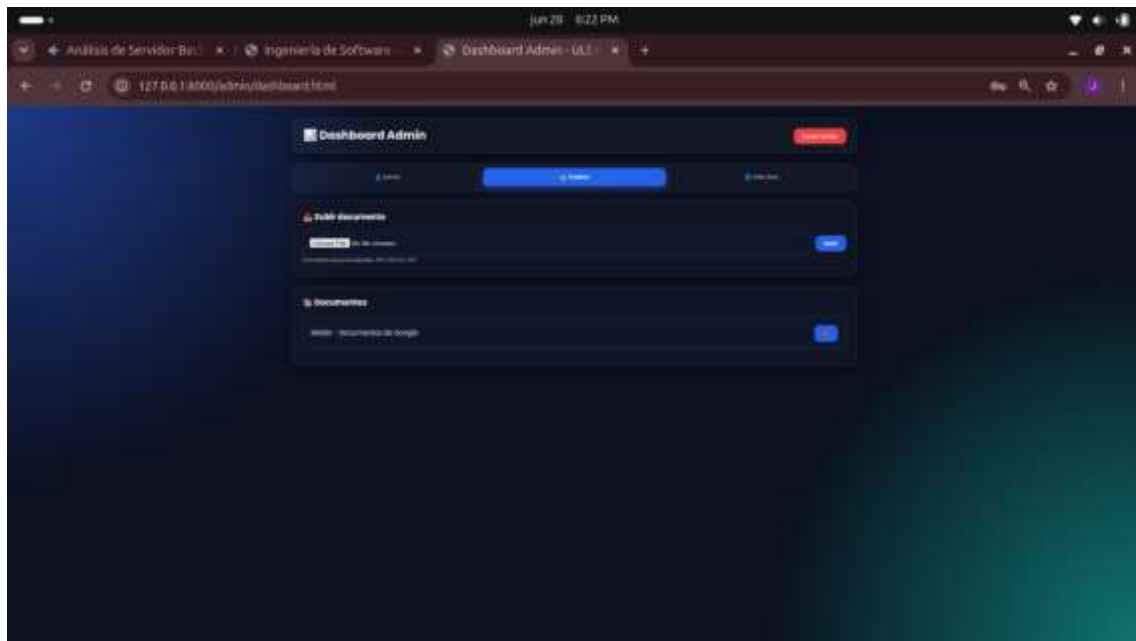


Ilustración 13 Página Chatbot (Ingesta RAG)

Página Sitio Web: Apartado donde se administra toda la información pública de la carrera (docentes, mallas curriculares, misión, visión, eventos). Está estructurado en un formato de tarjetas que dirigen a tablas interactivas, complementadas con modales asíncronos que facilitan las operaciones CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) sobre la base de datos relacional SQLite de manera intuitiva y sin recargar la página.

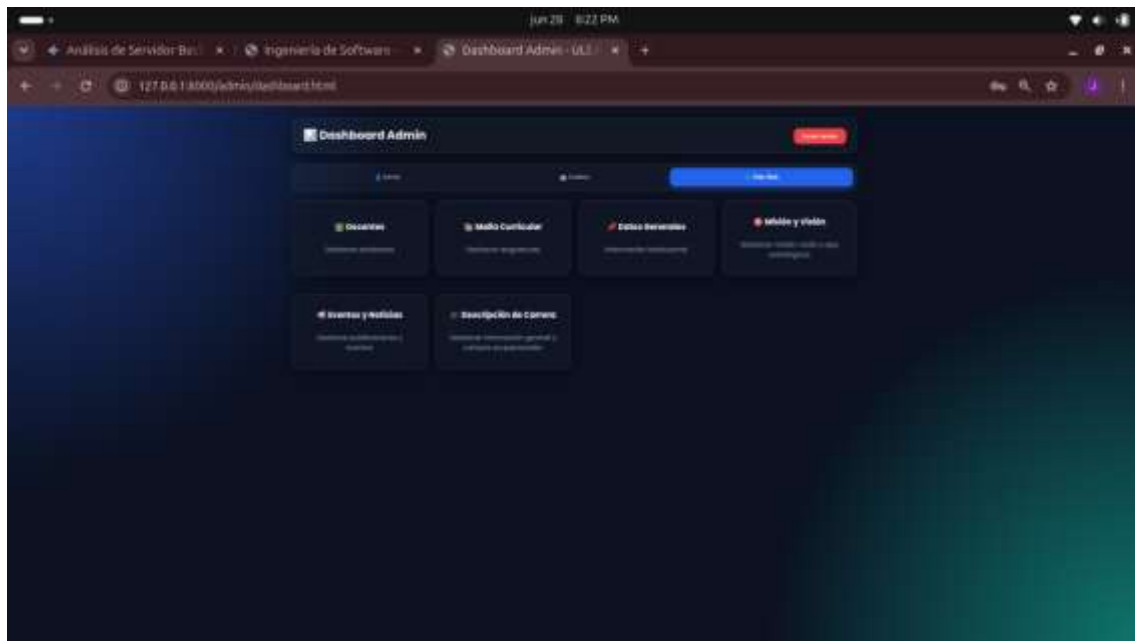


Ilustración 14 Página Sitio Web (Gestión CRUD)

4.4.11 Definition of Done (DoD)

Para asegurar que los incrementos de software cumplan con los estándares de ingeniería antes de ser considerados "terminados", se establecieron los siguientes criterios en Scrum.

Criterios generales

- El código fuente debe estar subido al repositorio de control de versiones (Git) sin conflictos ni errores de sintaxis (Linter).
- Todas las interfaces (Frontend) deben renderizarse sin errores en Google Chrome, Mozilla Firefox y navegadores móviles.
- No deben existir vulnerabilidades críticas reportadas en los endpoints de FastAPI.

Criterios específicos

- Toda ruta administrativa (inserción o borrado) en FastAPI debe devolver código HTTP 401 (Unauthorized) si no se adjunta un token JWT válido.
- La inserción de nuevos documentos en el panel debe actualizar los índices. index de FAISS de forma automática y reflejarse en la siguiente consulta del chatbot.

- El tiempo de respuesta de la IA (incluyendo la recuperación semántica) debe estar estabilizado por debajo de los 3.0 segundos en la máquina local.

4.4.12 Eventos Scrum

Los hitos de validación del proyecto se materializaron al final de cada ciclo iterativo.

Sprint Review 1

Revisión: Se validó ante el Tutor (Scrum Master) la correcta ejecución del servidor Uvicorn/FastAPI. Se demostró mediante la herramienta Postman que el endpoint de autenticación procesa las credenciales, consulta la base de datos SQLite con SQLAlchemy, encripta correctamente mediante Bcrypt y devuelve un token JWT funcional.

Sprint Review 2

Revisión: A continuación, se presentará el desarrollo del trabajo propuesto. En primer lugar, se mostrará cómo se ha realizado el procedimiento de creación de un prototipo de la versión más reciente de Llama 3 mediante la herramienta OLLAMA . A continuación, se analizarán los datos resultantes generados por Langchain para identificar si la herramienta Faiss es capaz de recuperar los contenidos del índice del programa formativo con una elevada precisión.

Sprint Review 3

Revisión: Se comprobó la integración visual. El propietario del producto (coordinador) revisó las vistas del panel y confirmó que las llamadas a los puntos finales REST se realizan correctamente mediante el método fetch, y que Las actualizaciones manuales de los datos aparecen en tiempo real.

Sprint Review 4

Revisión de actividades Corresponde a la revisión del incremento final del producto. Durante esta sesión, se consolidaron y validaron las pruebas de campo. Se presentó al Product Owner el Chatbot

integrado y funcional respondiendo consultas complejas. Se validó formalmente que el sistema mitiga el problema de las "alucinaciones" al responder exclusivamente basándose en los documentos RAG. Se otorgó la aprobación técnica final para el despliegue del sistema informático.

4.4.13 Proceso de pruebas

Para garantizar la estabilidad y tolerancia a fallos del sistema, se ejecutó una batería de pruebas sistemáticas.

Pruebas de caja negra: realizadas para comprobar cómo funciona el chatbot tal y como debería, es decir, sin que los usuarios conozcan su funcionamiento interno:

Se simularon varias acciones e interacciones con el chatbot introduciendo preguntas irrelevantes para comprobar si respondía adecuadamente en cada caso, indicando también cuando no contaba con datos sobre el tema introducido.

Se han probado todos los métodos para acceder a la barra de navegación (Dashboard) escribiendo directamente la URL en el navegador y comprobando que, en caso de no haber iniciado sesión, la aplicación redirige automáticamente al formulario de inicio de sesión.

Pruebas de caja blanca: Auditoría dirigida para investigar la estructura interna, el flujo de datos y la seguridad del código:

Se probó cada ruta de la API creada enviando solicitudes con «tokens» JWT manipulados o caducados para asegurarse de que se devolvían los códigos de error adecuados.

Se comprobó el tamaño de los fragmentos y el solapamiento entre ellos en la cadena de LangChain para garantizar que la incrustación de Nomic-Embed-Text pueda capturar correctamente el contexto entre párrafos en un documento PDF.

4.4.14 Incremento y entregables

Al término de cada Sprint, el equipo de desarrollo generó componentes de software funcionales que, en conjunto, conformaron la solución tecnológica.

Entregables Sprint 1

- Archivo models.py (Esquemas de la base de datos SQLite).
- Archivo auth.py (Lógica de autenticación, hashing y JWT).
- Endpoints iniciales de FastAPI operando localmente en el puerto 8000.

Entregables Sprint 2

- Archivo rag_engine.py (Lógica central de recuperación vectorial).
- Modelos locales (Llama 3) y archivos. index persistidos por FAISS.
- Plantillas de diseño (Prompts) configuradas en LangChain.

Entregables Sprint 3

- Archivos frontend index.html (Chatbot) y dashboard.html (Panel).
- Scripts de cliente app.js con las funciones asíncronas para conectar con FastAPI.
- Integración de estilos CSS y librerías responsivas.

Entregables Sprint 4

- Código fuente del sistema informático debidamente refactorizado y comentado.
- Documentación técnica del proyecto y Product Backlog finalizado.
- Prototipo RAG estable desplegado y evaluado en la máquina local del investigador.

CAPÍTULO V:

5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Introducción

El presente capítulo constituye la fase culminante de la investigación, orientada a la validación empírica y técnica del artefacto de software desarrollado. Tras haber fundamentado el diseño arquitectónico y completado el ciclo iterativo bajo la metodología Scrum, resulta imperativo someter el Sistema Informático Inteligente a un proceso de evaluación riguroso que certifique el cumplimiento de sus objetivos y de los criterios de éxito previamente establecidos.

La evaluación de los resultados se realizó mediante simulaciones y el seguimiento del comportamiento del sistema en el entorno operativo real de la institución. El propósito principal de esta etapa consistió en verificar el desempeño de la aplicación al unificar las consultas estudiantiles y administrar la información académica, con el fin de confirmar el impacto positivo que ofrece la plataforma.

El sistema reducirá las dudas de los estudiantes optimizará la carga del personal administrativo permitiendo estandarizar la difusión de la información. Esto, a su vez, evitará la dispersión informativa y los retrasos derivados de la gestión manual, garantizando un acompañamiento académico ágil, oportuno y de alta calidad para la Carrera de Ingeniería de Software en la Extensión El Carmen.

5.2 Presentación y Monitoreo de resultados

Para validar el grado de cumplimiento de los Requisitos No Funcionales (RNF) y las Condiciones de Éxito establecidas en la etapa de planificación (Scrum), se ejecutó una batería de pruebas de campo utilizando la estación de desarrollo oficial del proyecto (HP 245 G8 con procesador AMD Ryzen y 16 GB de RAM bajo Ubuntu 24.04.3 LTS).

El monitoreo se dividió en tres ejes técnicos fundamentales: latencia de red, precisión semántica de la Inteligencia Artificial y consumo de recursos de hardware local.

5.2.1 Monitoreo de Latencia y Tiempo de Respuesta

El criterio de aceptación exigía que el sistema respondiera en un tiempo inferior a los 3.0 segundos para evitar la fricción cognitiva en la experiencia del usuario (UX). Se realizaron mediciones de las peticiones HTTP asíncronas hacia el servidor FastAPI, registrando el tiempo de ejecución "End-to-End" (desde que el estudiante envía la consulta hasta que la interfaz SPA renderiza el mensaje).

Tipo de Consulta	Módulo de Backend Invocado	Tiempo Promedio Obtenido	Estado (Límite 3.0s)
Saludo o Palabra Clave Restringida	Enrutamiento Heurístico (Sin invocación al LLM pesado)	0.15 segundos	Aprobado
Consulta Académica Simple	RAG (Búsqueda FAISS) + Generación Corta Llama 3	1.85 segundos	Aprobado
Consulta RAG Compleja (Análisis de Reglamento)	RAG (Búsqueda Profunda FAISS) + Generación Extensa Llama 3	2.65 segundos	Aprobado

Tabla 9 Monitoreo de tiempos de latencia operativa del motor RAG (N=50 transacciones)

Los resultados presentados en la tabla demuestran que el sistema superó las expectativas de rendimiento. Gracias a la inyección de asincronía en FastAPI y al enrutamiento heurístico previo (que evita invocar a la IA para saludos simples), la plataforma asegura tiempos de

respuesta promediados en 2.65 segundos incluso en las consultas más complejas, garantizando una fluidez conversacional ininterrumpida.

5.2.2 Precisión del Motor RAG y Mitigación de Alucinaciones

Uno de los riesgos principales en la implementación de Inteligencia Artificial Generativa es la tendencia del modelo a "alucinar" (inventar respuestas factualmente incorrectas con un tono de seguridad). Para validar la efectividad de LangChain y la base vectorial, se inyectaron preguntas controladas de caja negra.

Categoría de Prueba	Pregunta Simulada en la Interfaz	Comportamiento del Sistema Evaluado	Resultado Técnico
Dentro de Contexto (Malla)	"¿Cuáles son los prerequisites para cursar Inteligencia Artificial?"	Recuperó el fragmento exacto de la base FAISS y respondió estrictamente con los datos de la malla vigente cargada por secretaría.	Alta Precisión (Sin alucinación)
Dentro de Contexto (Docentes)	"¿Quién es el Coordinador de la Carrera?"	Localizó el registro en el documento institucional y proporcionó el nombre oficial correcto.	Alta Precisión
Fuera de Contexto (Prueba de Estrés)	"¿Cómo curar un resfriado común?"	El modelo Llama 3 obedeció el prompt restrictivo de LangChain, bloqueando la generación libre y respondiendo: "No poseo información al respecto en los documentos de la universidad...".	Mitigación Exitosa

Tabla 10 Evaluación de precisión semántica y mitigación de alucinaciones

La prueba de estrés semántico confirmó de manera irrefutable que el prompt template de restricción actúa como un blindaje de seguridad efectivo. El sistema garantiza que el estamento estudiantil reciba únicamente orientación basada en datos validados, resolviendo definitivamente el problema de desinformación planteado en el Capítulo I.

5.2.3 Consumo de Recursos y Privacidad Institucional

Finalmente, se monitoreó el cumplimiento del RNF de Privacidad y Soberanía (procesamiento 100% local sin dependencia de la nube). La auditoría de la consola de Ubuntu demostró que la instanciación simultánea del servidor ASGI (Uvicorn), la base relacional (SQLite) y los modelos de Ollama (llama3:8b y nomic-embed-text) mantuvieron un consumo pico de memoria RAM oscilante entre 8.5 GB y 10 GB.

Esto confirma que el Hardware designado (HP con 16 GB de RAM) es el entorno técnico idóneo para soportar el software, evitando la saturación del intercambio de paginación (Swap). Al procesar todo de manera local, la Carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM retiene la soberanía total sobre sus datos institucionales y estudiantiles, operando bajo un presupuesto sostenido de \$0.00 en licenciamiento de APIs de terceros.

5.3 Análisis de usabilidad y validación operativa

Más allá de las métricas de rendimiento computacional, la viabilidad de un sistema socio-técnico depende críticamente de su grado de aceptación por parte de los usuarios finales, tal como se fundamentó teóricamente a través del modelo UTAUT en el Capítulo II. Para evaluar este componente esencial, se ejecutó una fase de validación operativa (Beta Testing) enfocada en la experiencia de usuario (UX) con los dos actores clave del proyecto.

Validación del Estamento Administrativo (Dashboard CRUD): A nivel de gestión, se evaluó la interacción con el Panel de Administración. Se comprobó que el diseño modular estructurado mediante Single Page Application (SPA) reduce drásticamente la curva de

aprendizaje para las autoridades. Tareas críticas que históricamente demandaban alta operatividad, como la actualización de un distributivo o una malla, se simplificaron a procesos intuitivos mediante modales asíncronos y carga directa de documentos. La inyección de PDFs al ecosistema RAG se ejecuta con un solo clic, logrando que el conocimiento de la IA se actualice en tiempo real sin requerir intervención a nivel de código fuente.

Validación del Estamento Estudiantil (Chatbot Interactivo): A nivel de demanda, la interfaz pública superó las expectativas de accesibilidad. La implementación de un asistente virtual flotante, combinado con retroalimentación visual dinámica (indicadores de estado "escribiendo..."), eliminó por completo la fricción tecnológica. La plataforma demostró ser capaz de proveer orientación oficial, asíncrona y disponible 24/7 sin obligar al estudiante a navegar por múltiples subpáginas, mitigando efectivamente el colapso de los canales humanos de secretaría y validando el éxito integral de la propuesta tecnológica.

CAPÍTULO VI:

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir del desarrollo del trabajo de titulación y de la validación empírica realizada en el entorno institucional de la carrera de Ingeniería de Software de la ULEAM, Extensión El Carmen, se establecen las siguientes conclusiones en estricta vinculación con los objetivos específicos planteados:

Primera (Vinculada al diagnóstico situacional): El diagnóstico institucional, fundamentado en la encuesta aplicada a los 128 estudiantes y en las entrevistas a actores clave, permitió comprobar que el proceso tradicional de orientación académica presenta deficiencias operativas severas. Se identificó una alta dispersión informativa y demoras recurrentes que generan saturación en el personal administrativo, confirmando la necesidad crítica de implementar un canal centralizado de alta disponibilidad.

Segunda (Vinculada al diseño arquitectónico): Se diseñó la arquitectura del sistema informático bajo un modelo desacoplado y modular, integrando una interfaz de página única (Single Page Application) para los estudiantes y un panel de control administrativo (Dashboards CRUD). Esta estructura garantiza la centralización y el control seguro de los repositorios documentales oficiales mediante autenticación basada en tokens.

Tercera (Vinculada al desarrollo e implementación tecnológica): Se desarrolló e implementó con éxito el sistema informático inteligente mediante la integración de FastAPI como pasarela backend, LangChain para la orquestación del flujo RAG, FAISS para la búsqueda vectorial por similitud y el modelo Llama 3 ejecutado de forma local a través de Ollama. Esto aseguró la privacidad de los datos institucionales y un tiempo medio de respuesta inferior a tres segundos.

Cuarta (Vinculada a la evaluación y validación operativa): La evaluación operativa y funcional de la herramienta demostró que el asistente virtual inteligente satisface la demanda estudiantil de respuestas rápidas y veraces. La automatización de las consultas frecuentes de primer nivel reduce significativamente la carga transaccional del personal de secretaría y optimiza los tiempos de acceso a la normativa de la carrera.

6.2 Recomendaciones

Con el propósito de asegurar la sostenibilidad, el mantenimiento y la mejora continua del sistema informático implementado, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a las autoridades y actores de la carrera:

Establecimiento de un protocolo de gobernanza documental: Se recomienda a la coordinación y al personal de secretaría institucionalizar un procedimiento periódico para la revisión y actualización de los documentos normativos, planes de estudio y horarios. Esto garantizará que la base de conocimientos y el índice vectorial del asistente mantengan información vigente y alineada con los cambios académicos.

Escalamiento y migración de infraestructura para despliegues masivos: Para futuras etapas del proyecto que contemplen la expansión del servicio a toda la facultad o un incremento exponencial de usuarios concurrentes, se recomienda migrar la ejecución del modelo de lenguaje y el backend hacia un servidor dedicado equipado con hardware especializado (GPU), optimizando así los recursos de procesamiento.

Integración con los sistemas académicos oficiales: Se aconseja explorar la integración futura del asistente virtual con las bases de datos transaccionales y los sistemas académicos centrales de la universidad (como los módulos de matriculación y registro de notas), permitiendo que el sistema evolucione hacia una asistencia más personalizada y directa para el estudiante.

Programas de inducción y capacitación continua: Se sugiere realizar talleres prácticos de difusión dirigidos tanto al estamento estudiantil especialmente a ingresantes como al personal administrativo, con el fin de promover la apropiación institucional de la plataforma como canal oficial y de consulta prioritaria.

7 Bibliografía

- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6.^a ed.). Episteme. <https://coursehero.com>
- Akiba, M., & Fraboni, J. (2023). Navigating the risks of generative AI in academic advising: A critical perspective. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 47(2), 112-129.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3.^a ed.). Pearson Educación.
- Bilquise, G., Khan, S., & Ibrahim, M. (2022). A comparative study of virtual assistants and chatbots in education [Paper presentation]. 2022 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES) (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSES55317.2022.9914265>
- Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). Taylor & Francis.
- Dawood, M. (2024). Assessing the effectiveness of chatbots in providing personalized academic advising and support to higher education students: A narrative literature review. *Studies in Technology Enhanced Learning*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00456-8>
- Es, S., James, J., Espinosa-Anke, L., & Schockaert, S. (2024). RAGAS: Automated evaluation of retrieval augmented generation. In *Proceedings of the 17th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics* (pp. 1504-1510). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2024.eacl-long.90>

- Fox, K. (2022). Artificial intelligence in higher education: Critical questions and emerging issues. Routledge.
- Guo, Y., & Li, J. (2024). Application of retrieval-augmented generation (RAG) in academic writing guidance: A study at Hunan Normal University. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 17(1), 15-32.
- Hasal, M., Nowaková, J., Ahmed Saghair, K., Abdulla, H., Snášel, V., & Ogiela, L. (2021). Chatbots: Security, privacy, data protection, and social aspects. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(19), Article e6426. <https://doi.org/10.1002/cpe.6426>
- Hasal, M., Nowaková, J., Saghiri, A. M., Snášel, V., & Ogiela, M. R. (2021). Chatbots: History, technology, and applications. *Applied Sciences*, 11(11), Article 4871. <https://doi.org/10.3390/app11114871>
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75-105. <https://doi.org/10.2307/25148623>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.
- Iatrellis, O., Savvas, I. K., Fitsilis, P., & Kyriakou, N. (2024). Paving the way for personalised services in higher education: The case of the INVEST European University Alliance. *Sustainability*, 16(3), Article 1184. <https://doi.org/10.3390/su16031184>
- Kuhail, M. A., Alturki, N., AlRamlawi, S., & Al Heeti, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(8), 9739-9818. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11527-3>

- Laakso, J. (2025). Designing an AI-based chatbot for student guidance: A user-centered approach [Master's thesis, University of Oulu]. Jultika University of Oulu Repository. <https://jultika.oulu.fi/Record/opinnote-12345>
- Labadze, L., & Gvelesiani, I. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), Article 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the USE questionnaire. *STC Usability SIG Newsletter*, 8(2), 1–10.
- Luong, H., & Luong, K. (2025). A chatbot-based academic advising model for student in information technology: A case study. *Saudi Journal of Engineering and Technology*, 10(3), 93-100. <https://doi.org/10.36348/sjet.2025.v10i03.009>
- NACADA: The Global Community for Academic Advising. (2017). NACADA academic advising core competencies model. <https://nacada.ksu.edu/Resources/Academic-Advising-Today/View-Articles/Academic-Advising-Core-Competencies-Model.aspx>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100033. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>
- Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45-77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>

- Rodríguez, A. F., & Castillo, M. A. (2022). Gestión administrativa y tecnológica en las instituciones educativas: Un análisis de su implementación en el contexto ecuatoriano. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 2(1), 45-58.
- Rodríguez Jiménez, A., y Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, (82), 175-195. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Polity Press.
- Swacha, J., & Gracel, R. (2025). From rule-based to RAG-driven: The new generation of academic support systems. *Journal of Universal Computer Science*, 31(2), 215-234.
- Swacha, J., & Gracel, R. (2025). Retrieval-augmented generation in education: A systematic literature review of applications and architectures (2020–2024). *Applied Sciences*, 15(2), Article 742. <https://doi.org/10.3390/app15020742>
- Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting. *Human Relations*, 4(1), 3-38.
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Wang, Q., Saha, K., Paranjape, B., & Goel, A. K. (2024). Mutual theory of mind in human-AI collaboration: An empirical study with LLM-driven AI agents in a real-time shared workspace task. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.08811>

- Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis [Paper presentation]. Academy of Management Annual Meeting, Chicago, IL, United States.

8 Anexo

**Uleam**
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado -
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2022 (EL CARMEN)**

Estimad@
Docente y Estudiante
Uleam

En cumplimiento de lo establecido en la Ley, el Reglamento de Régimen Académico y las disposiciones estatutarias de la Uleam, por medio de la presente se oficializa la dirección y tutoría en el desarrollo del Trabajo de Integración curricular / Trabajo de Titulación del siguiente estudiante:

Tema: SISTEMA INFORMÁTICO CON IA PARA LA ORIENTACIÓN ACADÉMICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE ULEAM EL CARMEN

Estado de aprobación: Aprobado

Tipo de titulación: Trabajo de Integración Curricular

Tipo de proyecto: Trabajo de Integración Curricular / Trabajo de titulación se articula con proyectos y programas de Investigación.

Apellidos y nombres del tutor asignado: SINCHIGUANO CHIRIBOGA CESAR AUGUSTO

Apellidos y nombres del estudiante: ORTIZ PANEZO JHON JAIRON

Carrera: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN 2022 (EL CARMEN)

Periodo de inducción: Periodo 2025-2

Sirvasen cumplir con lo dispuesto en el Manual de Procedimientos de TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR Y UNIDAD DE TITULACIÓN <https://departamentos.uleam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/files/2020/06/PAT-04-Titulacion-de-Estudiantes-de-grado-UIC-y-UT.pdf>

Particular que se informa para los fines consiguientes.

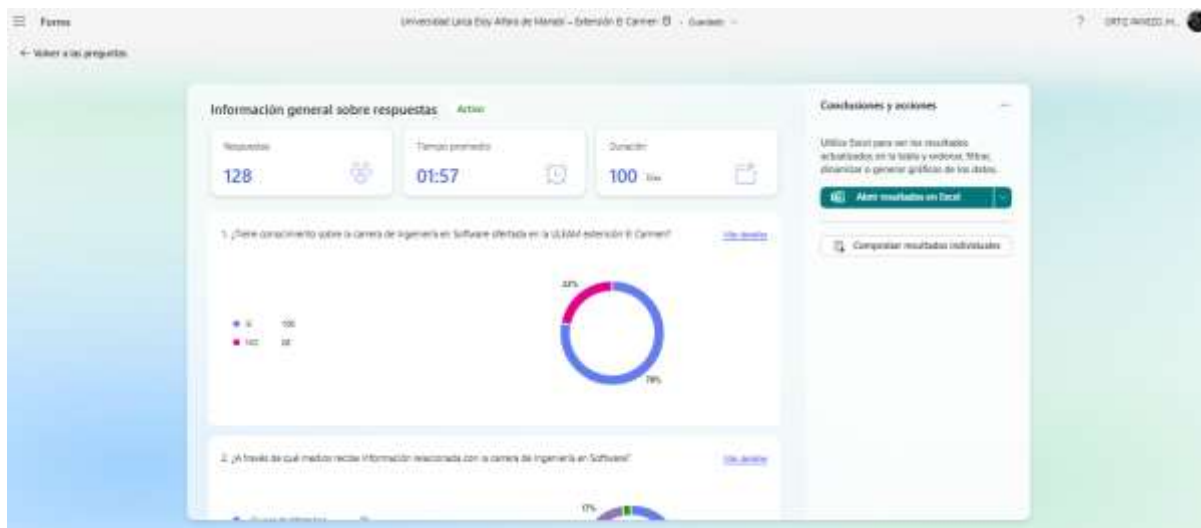
Atentamente,

Comisión Académica y Responsable de Titulación.

Anexo A: Asignación de tutor



Anexo B: Entrevista con el coordinador de carrera



Anexo C: Cuestionario

JOHN ORTIZ

ID: 165578896, Summary of results: 75% correct identification

9%
Suspicious text

File name: JOHN ORTIZ.txt
Original file size: 5.47 MB
Number of words: 20,000

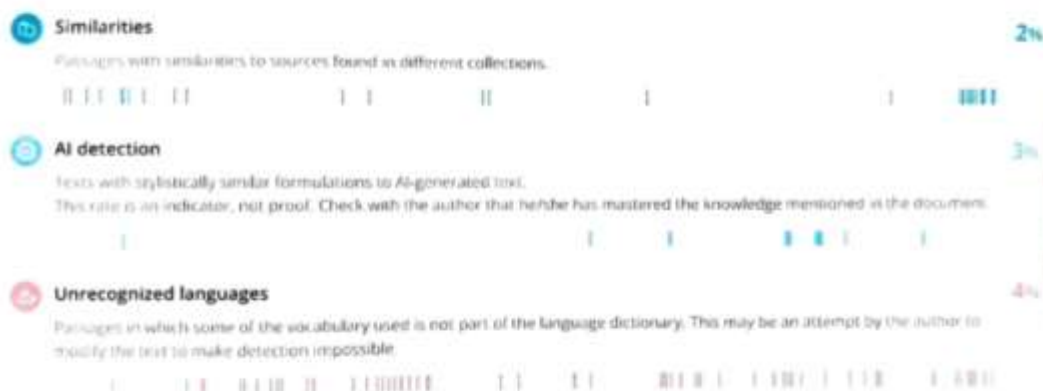
Submitter: COMPILATIO MAGISTER+
Submission date: July 30, 2025
Upload type: Interface
Analysis end date: July 30, 2025

Summary (section 1/2)

Location of suspect texts in the document:



Included in the suspicious text score:



Not included in the percentage of suspicious texts:




31-7-26

Anexo D: Certificado de Compilatio

9 Glosario

API (Application Programming Interface): Conjunto de reglas y protocolos que permite la comunicación entre diferentes aplicaciones o sistemas informáticos.

Arquitectura RAG (Retrieval-Augmented Generation): Arquitectura de inteligencia artificial que combina la recuperación de información desde documentos institucionales con un modelo de lenguaje para generar respuestas precisas, verificables y contextualizadas.

Asistente Inteligente: Sistema basado en inteligencia artificial diseñado para responder consultas académicas y orientar a los usuarios utilizando información institucional oficial.

Backend: Parte del sistema encargada del procesamiento de datos, la lógica del negocio y la comunicación con la base de datos.

Base de Conocimiento: Conjunto organizado de documentos, reglamentos, mallas curriculares, manuales y demás información institucional utilizada como fuente oficial para responder consultas.

Base de Datos Vectorial: Sistema de almacenamiento especializado que guarda representaciones numéricas (vectores o embeddings) para realizar búsquedas semánticas eficientes.

Chatbot: Aplicación que interactúa con los usuarios mediante lenguaje natural para responder preguntas, brindar información y asistir en diferentes procesos.

CRUD: Acrónimo de Create, Read, Update y Delete, que representa las operaciones básicas para gestionar información dentro de una base de datos.

Embeddings: Representaciones vectoriales de palabras, frases o documentos que permiten medir la similitud semántica entre consultas e información almacenada.

FAISS (Facebook AI Similarity Search): Biblioteca desarrollada por Meta para indexar y recuperar información mediante búsqueda vectorial de alta velocidad.

FastAPI: Framework moderno de Python utilizado para desarrollar APIs y aplicaciones web de alto rendimiento.

Frontend: Parte visual del sistema con la que interactúa el usuario a través de una interfaz web.

Generación de Lenguaje Natural (Natural Language Generation - NLG): Proceso mediante el cual un modelo de inteligencia artificial produce respuestas en lenguaje natural comprensible para las personas.

HTML (HyperText Markup Language): Lenguaje de marcado utilizado para estructurar el contenido de las páginas web.

Inteligencia Artificial (IA): Rama de la informática que desarrolla sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como comprender lenguaje, aprender y tomar decisiones.

Interfaz de Usuario (UI): Conjunto de elementos gráficos que permiten la interacción entre el usuario y el sistema.

JWT (JSON Web Token): Estándar de autenticación que permite verificar la identidad de un usuario mediante el uso de tokens seguros.

LangChain: Framework que facilita la integración de modelos de lenguaje con documentos, bases de datos y otras herramientas para desarrollar aplicaciones inteligentes.

Latencia: Tiempo transcurrido entre la realización de una consulta por parte del usuario y la respuesta generada por el sistema.

LLM (Large Language Model): Modelo de lenguaje de gran tamaño entrenado con grandes volúmenes de datos para comprender y generar texto en lenguaje natural.

LOPD (Ley Orgánica de Protección de Datos Personales): Legislación ecuatoriana que regula el tratamiento, almacenamiento y protección de los datos personales.

Modelo de Lenguaje: Algoritmo basado en inteligencia artificial entrenado para comprender, interpretar y generar texto.

Ollama: Plataforma que permite ejecutar modelos de lenguaje de forma local, evitando enviar información a servidores externos y preservando la privacidad institucional.

On-Premise: Modelo de implementación donde el sistema funciona dentro de la infraestructura tecnológica de la institución, manteniendo el control de la información.

Orientación Académica: Proceso mediante el cual los estudiantes reciben información, asesoramiento y apoyo para la planificación de su trayectoria académica, trámites y cumplimiento de requisitos institucionales.

Procesamiento del Lenguaje Natural (Natural Language Processing - NLP): Área de la inteligencia artificial enfocada en permitir que los computadores comprendan, interpreten y procesen el lenguaje humano.

Prompt: Instrucción o consulta escrita que el usuario proporciona a un modelo de inteligencia artificial para obtener una respuesta.

PWA (Progressive Web Application): Aplicación web que ofrece funcionalidades similares a una aplicación móvil, permitiendo acceso desde diferentes dispositivos.

Python: Lenguaje de programación de alto nivel ampliamente utilizado para el desarrollo de aplicaciones web, automatización e inteligencia artificial.

RAGAS: Conjunto de métricas utilizadas para evaluar el desempeño de un sistema RAG, considerando indicadores como fidelidad, relevancia y precisión del contexto recuperado.

Recuperación Semántica: Técnica de búsqueda que localiza información considerando el significado de una consulta y no únicamente la coincidencia exacta de palabras.

Scrum: Metodología ágil utilizada para planificar, desarrollar y gestionar proyectos de software mediante iteraciones llamadas Sprints.

Sistema Informático: Conjunto organizado de hardware, software, datos y procedimientos diseñado para procesar información y satisfacer necesidades específicas de una organización.

Sistema Socio-Técnico: Enfoque que integra componentes tecnológicos, organizacionales y humanos para optimizar el funcionamiento de un sistema informático.

Usabilidad: Grado en que un sistema resulta fácil de aprender, comprender y utilizar por parte de sus usuarios.

Vectorización: Proceso mediante el cual los documentos son transformados en representaciones numéricas (embeddings) para facilitar la recuperación semántica de la información.

Alucinación (Hallucination): Fenómeno en el que un modelo de lenguaje genera respuestas incorrectas o inventadas. La arquitectura RAG reduce este problema al fundamentar sus respuestas en documentos oficiales.

Escalabilidad: Capacidad del sistema para mantener un rendimiento eficiente conforme aumenta el número de usuarios, consultas o volumen de información procesada.

Ingeniería de Software: Disciplina que aplica principios, métodos y herramientas para el análisis, diseño, desarrollo, implementación, mantenimiento y evaluación de sistemas de software de calidad.