



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

TESIS

**SISTEMA RECOMENDADOR INCLUSIVO
PARA MATERIALES EDUCATIVOS.**

Presenta

ISC. Daniel Enrique Colunga Galván

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON OPCIÓN A LA
COMPUTACIÓN**

Director de Tesis:

Dr. Rogelio Salinas Gutiérrez

Codirector de Tesis:

Dr. Miguel Angel Ortiz Esparza

Asesor de Tesis:

Dr. Francisco Álvarez Rodríguez

Aguascalientes, Ags. 11 de Junio del 2026

CARTA DE VOTO APROBATORIO

Mtro. Guillermo Dominguez Aguilar
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

PRESENTE

Por medio del presente como **DIRECTOR** designado del estudiante **DANIEL COLUNGA GALVÁN** con ID 151754 quien realizó tesis titulada: **SISTEMA RECOMENDADOR INCLUSIVO PARA MATERIALES EDUCATIVOS**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de junio de 2026.



Dr. Rogelio Salinas Gutiérrez
Director de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO

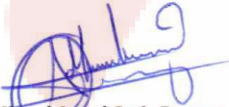
Mtro. Guillermo Dominguez Aguilar
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS

PRESENTE

Por medio del presente como **CODIRECTOR** designado del estudiante **DANIEL COLUNGA GALVÁN** con ID 151754 quien realizó tesis titulada: **SISTEMA RECOMENDADOR INCLUSIVO PARA MATERIALES EDUCATIVOS**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de junio de 2026.



Dr. Miguel Angel Ortiz Esparza
Codirector de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado

CARTA DE VOTO APROBATORIO

Mtro. Guillermo Dominguez Aguilar
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS

PRESENTE

Por medio del presente como *ASESOR* designado del estudiante *DANIEL COLUNGA GALVÁN* con ID *151754* quien realizó *tesis* titulada: *SISTEMA RECOMENDADOR INCLUSIVO PARA MATERIALES EDUCATIVOS*, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en la fracción IX del Artículo 43 del Reglamento General de Posgrados, doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que *él* pueda continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"
Aguascalientes, Ags., a 10 de junio de 2026.

Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez
Asesor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Coordinación del Programa de Posgrado



**DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA
PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO**



Fecha de dictaminación (dd/mm/aaaa): 12/06/2026

NOMBRE: Daniel Enrique Colunga Galván **ID** 151754

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS CON OPCIONES A LA COMPUTACIÓN, MATEMÁTICAS APLICADAS **LGAC (del posgrado):** Computación - Inteligencia Artificial

MODALIDAD DEL PROYECTO DE GRADO: Tradicional **Tesis** (X) ***Tesis por artículos científicos** () ****Tesis por Patente** () **Trabajo Práctico** ()

TÍTULO: SISTEMA RECOMENDADOR INCLUSIVO PARA MATERIALES EDUCATIVOS.

Contribuye a la inclusión educativa mediante la recomendación de materiales accesibles y adaptados a las necesidades de los estudiantes, favoreciendo la igualdad de oportunidades y reduciendo las barreras de aprendizaje.

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):

INDICAR SEGÚN CORRESPONDA: **SI, NO, NA (No Aplica)**

<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>	
SI	El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI	La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI	Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI	Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI	Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI	El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
SI	Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI	Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI	Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>	
SI	Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Posgrados
SI	Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc.)
SI	Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial
NA	Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario (En caso de que corresponda)
SI	Coincide con el título y objetivo registrado
SI	Tiene congruencia con cuerpos académicos
SI	Tiene el CVU de la SECIHTI actualizado
NA	Tiene el o los artículos aceptados o publicados y cumple con los requisitos institucionales (en caso de que proceda)
<i>**En caso de Tesis por artículos científicos publicados (completar solo si la tesis fue por artículos)</i>	
NA	Aceptación o Publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto según el nivel del programa
NA	El (la) estudiante es el primer autor(a)
NA	El (la) autor(a) de correspondencia es el Director (a) del Núcleo Académico
NA	En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
NA	Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
<i>**En caso de Tesis por Patente</i>	
NA	Cuenta con la evidencia de solicitud de patente en el Departamento de Investigación (anexaría al presente formato)

Con base en estos criterios, se autoriza continuar con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

SI X
No _____

FIRMAS

Elaboró:

***NOMBRE Y FIRMA DEL(LA) CONSEJERO(A) SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:**

Dr. Rogelio Salinas Gutiérrez

** En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NA de la LGAC correspondiente distinto al director o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano.*

NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR DE POSGRADO:

Dra. Mariana Alfaro Gómez

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

Dra. Iliana Ernestina Medina Ramírez

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

Mtro. Guillermo Domínguez Aguilar

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 24 fracción V del Reglamento General de Posgrado, que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: Proponer criterios y mecanismos de selección, permanencia, egreso y titulación de estudiantes para asegurar la eficiencia terminal y la titulación y el Art. 28 fracción IX, atender, asesorar y dar el seguimiento del estudiantado desde su ingreso hasta su titulación.

Elaborado por: D. Apoyo al Posg.
Revisado por: D. Control Escolar/D. Gestión de Calidad.
Aprobado por: D. Control Escolar/ D. Apoyo al Posg.

Código: DO-SEE-FO-15
Actualización: 02
Emisión: 12/08/25

Epígrafe ...

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo.”

Nelson Mandela



Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por todo el apoyo brindado a lo largo de este posgrado. La beca que me otorgaron durante este proceso trascendió por mucho el concepto de un estímulo económico, significó la valiosa oportunidad de contar con la tranquilidad y la estabilidad necesarias para sumergirme por completo, con mente y corazón, en el rigor de la investigación académica.

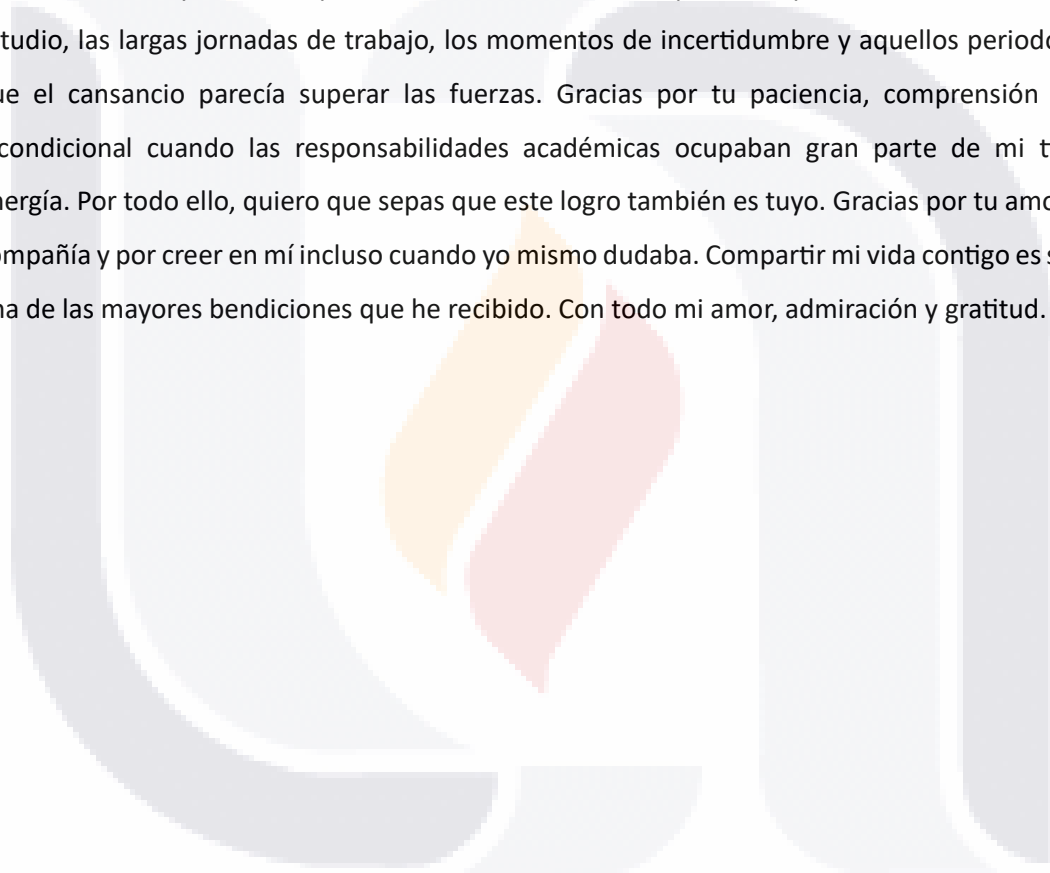
A la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes, mi casa de estudios y más que una institución la UAA me ha marcado profundamente en mi vida personal, académica y profesional. No solo me brindó una formación académica de calidad, me permitió descubrir una vocación, construir amistades, desarrollar proyectos y comprender la responsabilidad que implica contribuir al desarrollo de la sociedad mediante la educación, la investigación y la tecnología. Llevaré siempre con orgullo el nombre de mi alma mater, asumiendo el compromiso de honrar sus valores y retribuir a la sociedad todo lo aprendido en sus aulas.

Al Dr. Rogelio Salinas Gutiérrez por su invaluable apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este posgrado. En distintas etapas encontré en él a una persona dispuesta a compartir consejos personales, profesionales e incluso relacionados con el bienestar y la salud. En todo momento siempre mostró disposición para escuchar, comprender y ofrecer orientación cuando fue necesaria, cualidades que lo distinguen como docente y como ser humano. Por ello, además de reconocer su papel como profesor y director de esta investigación, quiero expresarle mi admiración y cariño.

Al Dr. Miguel Ángel Ortiz Esparza por su apoyo, confianza y ayuda a lo largo de esta etapa tan importante de mi formación académica. Más allá de su papel como profesor, jefe o cotutor de esta investigación, agradezco la amistad que me ha brindado a lo largo de estos años. Su apoyo, comprensión y confianza han sido fundamentales en mi desarrollo profesional y personal.

Al Maestro Guillermo Domínguez Aguilar, la vida me brindó la oportunidad de reencontrarme con él, esta vez como colega dentro de la misma profesión. Compartir espacios de trabajo, experiencias y proyectos me permitió conocer aún más a la persona detrás del profesor que admiraba desde mis años de estudiante. Por ello, quiero compartir este logro académico y agradecerle por todas las enseñanzas, consejos y muestras de apoyo que me ha brindado a lo largo de los años.

A mi novia Jocelyn Guadalupe Pérez Ruvalcaba. Gracias por acompañarme durante los días de estudio, las largas jornadas de trabajo, los momentos de incertidumbre y aquellos periodos en los que el cansancio parecía superar las fuerzas. Gracias por tu paciencia, comprensión y apoyo incondicional cuando las responsabilidades académicas ocupaban gran parte de mi tiempo y energía. Por todo ello, quiero que sepas que este logro también es tuyo. Gracias por tu amor, por tu compañía y por creer en mí incluso cuando yo mismo dudaba. Compartir mi vida contigo es sin duda, una de las mayores bendiciones que he recibido. Con todo mi amor, admiración y gratitud.



Dedicatorias

A la memoria de mi querida abuelita. **Juana María Serna Rodríguez.**

Esta tesis está dedicada a la persona más importante de mi vida. Abuelita, estuviste presente en mi formación académica desde que era un niño de preescolar hasta que me convertí en Ingeniero en Sistemas Computacionales. A lo largo de ese camino siempre intenté darte todas las alegrías que estuvieron a mi alcance, porque cada uno de mis logros también era una forma de agradecerte todo lo que hiciste por mí.

Tuviste la oportunidad de verme trabajar en una institución de gobierno, En el Honorable Congreso del estado de Aguascalientes, de acompañarme en la obtención del título universitario con el que ambos soñábamos y de estar presente en uno de los momentos más importantes de mi vida, mi ceremonia de graduación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. También me viste regresar a tu querida tierra Calvillo, para desempeñarme como docente y compartir con otros jóvenes un poco de todo aquello que gracias a ti pude alcanzar.

Hoy estoy por convertirme en Maestro en Ciencias, ya no te encuentras en este plano físico, estoy convencido de que sigues presente en cada paso que doy. Sé que desde el cielo observas mi camino y que compartes conmigo cada meta alcanzada, cada esfuerzo y cada éxito.

Por eso quiero que sepas que este logro también es tuyo. Detrás de cada título, de cada proyecto y de cada sueño cumplido, siempre estará tu amor, tu apoyo y la confianza que depositaste en mí desde que era niño. Gracias por creer en mí cuando apenas comenzaba a construir mi futuro, por cuidarme, por guiarme y por tratarme como a un hijo.

Con todo mi cariño, amor y gratitud, dedico esta tesis a tu memoria.

Porque si hoy he llegado hasta aquí, es en gran medida gracias a ti.

Te extraño y te llevo conmigo siempre.

Índice General

I.	índice de tablas	4
II.	índice figuras	5
III.	Resumen	6
IV.	Abstract	7
	Capítulo 1	8
	Introducción.....	8
	1.1 Problemática	8
	1.2 Justificación.	11
	1.3 Objetivos.....	11
	Objetivo General.	11
	Objetivos Específicos.	11
	1.4 Preguntas de investigación.	12
	Pregunta General.	12
	Preguntas Específicas.	12
	1.5 Metodología de la investigación.	13
	1.6 Organización de la tesis.....	16
	Capítulo 2	17
	Marco teórico.	17
	2.1. Conceptos.	17
	2.1.1 Inteligencia Artificial.....	17
	2.1.2 Aprendizaje Automático (Machine Learning).	19
	2.1.3 Inteligencia Artificial Generativa.	20
	2.1.4 Educación Inclusiva.	21
	2.1.5 Materiales Educativos Digitales.....	22
	2.1.6 Sistemas Recomendadores.	23
	2.1.7 Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM).....	25
	2.1.8 ChatGPT como herramienta educativa.	26
	2.2. Estado del Arte.	27
	2.2.1 Análisis comparativo de trabajos relacionados.....	28
	2.3 Síntesis del Marco Teórico.	29
	Capítulo 3	30

Propuesta.	30
3.1 Introducción.	30
3.2 Análisis del sistema.	31
3.2.1 Requerimientos funcionales.	32
3.2.2 Requerimientos no funcionales.	33
3.2.3 Usuarios del sistema.	35
3.2.4 Diagrama de Casos de uso.	37
3.3 Diseño del Sistema.	39
3.3.1 Arquitectura general del sistema.	39
3.3.2 Diseño de la base de conocimiento.	41
3.3.3 Diseño de la interfaz de usuario.	43
3.3.4 Flujo de recomendación.	44
3.4 Implementación.	46
3.4.1 Tecnologías utilizadas.	46
3.4.2 Integración con la API GPT.	47
3.4.3 Desarrollo del prototipo.	49
3.4.4 Minería de datos y gestión de recursos educativos.	51
3.5 Funcionamiento del Sistema.	53
3.5.1 Captura de información del docente.	53
3.5.2 Procesamiento de la consulta.	53
3.5.3 Generación de recomendaciones.	53
3.5.4 Presentación de resultados.	54
3.6 Validación de la Propuesta.	54
3.6.1 Escenarios de prueba.	54
3.6.2 Casos de prueba.	55
Capítulo 4	56
Resultados y Evaluación.	56
4.1 Introducción.	56
4.1.1 Participantes de la evaluación.	57
4.2 Resultados obtenidos.	58
4.2.1 Resultados del escenario de prueba: Lógica de Programación.	59
4.2.2 Resultados del escenario de prueba: Tecnologías y Aplicaciones en Internet.	60

4.2.3 Resultados del escenario de prueba: Programación Orientada a Objetos	60
4.2.4 Caso de estudio.	62
4.3 Evaluación del sistema.....	62
4.3.1 Evaluación por docentes.	62
4.3.2 Evaluación por estudiantes.....	63
4.4 Análisis de resultados.	63
4.4.1 Cumplimiento de los objetivos de la propuesta.	63
4.4.2 Beneficios observados.	64
4.4.3 Limitaciones identificadas.....	64
Capítulo 5	65
Discusión.....	65
Capítulo 6	65
Discusión de Objetivos.....	65
6.1 Cumplimiento del objetivo general.	66
6.2 Cumplimiento de los objetivos específicos.	66
6.3 Respuesta a las preguntas de investigación.	66
Capítulo 7	68
Conclusiones y Trabajo Futuro.....	68
7.1 Conclusiones.	68
7.2 Trabajo futuro.	68
Referencias.....	69
Anexos.....	71
Anexo A. Evidencia del prototipo	71

I. índice de tablas

Tabla 1 Comparación de trabajos relacionados.....28
Tabla 2 Requerimientos funcionales.....33
Tabla 3 Requerimientos no funcionales35
Tabla 4 Tecnologías Utilizadas.....47
Tabla 5 Casos de prueba del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos .55
Tabla 6 Participantes de la evaluación del sistema.....57
Tabla 7 Escenarios de prueba ejecutados durante la evaluación.....59
Tabla 8 Resultados de casos de prueba ejecutados durante la evaluación.61



II. índice figuras.

Figura 1 Personas usuarias de Internet en México, 2015 y 2021-2024. [7].....9

Figura 2 Personas usuarias de Internet en ámbitos urbano y rural, 2021-2024. [7]. 10

Figura 3 Esquema general de la metodología de investigación 14

Figura 4 Clasificación general de los sistemas recomendadores. 25

Figura 5 Actores del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos..... 36

Figura 6 Diagrama de casos de uso del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. 38

Figura 7 Arquitectura general del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. 40

Figura 8 Estructura de la base de conocimiento del sistema. 42

Figura 9 Diseño general de la interfaz de usuario del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos 43

Figura 10 Flujo de recomendación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos 45

Figura 11 Proceso de integración con la API GPT para la generación de recomendaciones. ... 48

Figura 12 Esquema funcional del prototipo del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. 50

Figura 13 Proceso de minería de datos y gestión de recursos educativos..... 52

Figura 14 Distribución de participantes en la evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos..... 58

Figura 15 A.1. Pantalla principal del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. 71

Figura 16 A.2. Formulario de captura de información. 71

Figura 17 A.3. Historial de recomendaciones del prototipo..... 72

III. Resumen

Este trabajo explora la transformación digital de la educación, impulsada significativamente por la pandemia de COVID-19, que incrementó la disponibilidad de recursos educativos digitales y modificó las formas de enseñanza y aprendizaje.

La presente investigación tiene como objetivo diseñar, desarrollar e implementar un sistema digital que facilite la selección de recursos adecuados para distintos perfiles de estudiantes. La propuesta integra técnicas de inteligencia artificial para analizar características educativas específicas y generar recomendaciones personalizadas de videos, lecturas, ejercicios y simuladores, favoreciendo procesos de aprendizaje más accesibles e inclusivos. Para el desarrollo del sistema se empleó la metodología CRISP-DM, permitiendo estructurar las etapas de análisis, diseño, desarrollo y validación del prototipo. La investigación contempla la construcción de una base de datos de materiales educativos y la implementación de una interfaz conversacional que permita interactuar de manera sencilla para los usuarios. Los resultados obtenidos muestran la viabilidad de utilizar sistemas recomendadores como apoyo en la docencia, contribuyendo a la personalización del aprendizaje y a la atención de la diversidad estudiantil. Por lo cual se identifican áreas de mejora relacionadas con la ampliación de la base de materiales, la optimización de los mecanismos de recomendación y la incorporación de nuevas estrategias de inclusión educativa.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Sistemas Recomendadores, Materiales Educativos, Personalización Del Aprendizaje.

IV. Abstract

This work explores the digital transformation of the education system, largely motivated by the COVID-19 pandemic, which increased accessibility to digital educational resources, modifying both teaching styles and learning styles.

Objectively, this active research aims to design, develop, and implement a digital system that will facilitate the selection of appropriate resources for different student profiles. The proposal integrates artificial intelligence techniques in a way that analyzes specific educational features and generates personalized recommendations for video lectures, readings, exercises, and simulators, promoting more accessible and inclusive learning processes. The CRISP-DM methodology was used in the system's development, allowing for the structuring of the analysis, design, and validation stages of the prototype. The research considers the construction of an educational materials database and the implementation of a conversational interface that allows for easy interaction for users. The results obtained demonstrate the feasibility of using recommendation systems to support teaching while contributing to personalized learning and highlighting student diversity. Therefore, the areas of improvement are identified as relating to expanding the materials database, optimizing recommendation mechanisms, and incorporating new inclusive educational strategies.

Keywords: Artificial Intelligence, Recommendation Systems, Educational Materials, Personalized Learning

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Capítulo 1

Introducción.

La pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 transformó de manera significativa los procesos educativos a nivel mundial, lo que obligó a instituciones, docentes y estudiantes a adoptar modalidades de enseñanza virtual para asegurar la continuidad académica. Esta transición aceleró el uso de tecnologías digitales y recursos educativos en línea. Con ello quedaron a la vista sus ventajas, pero también problemas de fondo, ya que no todos los estudiantes tenían la misma conectividad ni las mismas condiciones para aprender a distancia [1] [2]

Aquí es donde la educación inclusiva gana relevancia, su propósito es que cualquier estudiante pueda aprender, sin importar sus capacidades o situación particular. Las aulas de hoy son diversas y atender esa diversidad exige herramientas capaces de adaptar la enseñanza a perfiles distintos [3]

La Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (Machine Learning) ofrecen una vía para conseguirlo. Con ellos es posible personalizar contenidos, analizar datos y generar recomendaciones según el perfil del usuario [2] [4] Los sistemas recomendadores ilustran bien este potencial sugieren recursos a partir de lo que cada usuario o persona necesita y ayudan a filtrar el exceso de la información de modo que decidir qué material usar resulta más sencillo [4] [5]

Partiendo de ahí, esta investigación propone un Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. La herramienta apoya al docente cuando selecciona videos, lecturas, ejercicios o simuladores y lo hace tomando en cuenta la accesibilidad y la diversidad del grupo. EL objetivo es fortalecer la enseñanza con tecnología que acerque el aprendizaje a más estudiantes.

1.1 Problemática.

Tras la pandemia, las instituciones incorporaron con rapidez plataformas virtuales y recursos digitales para no interrumpir las clases. Varios estudios coinciden en que la enseñanza virtual se volvió una alternativa clave en todos los niveles, pero también dejó ver sus límites: el acceso desigual, las fallas de conectividad y la calidad variable de la experiencia educativa [1] [2]

Como consecuencia de esta transformación, el uso de Internet como medio para acceder a contenidos educativos ha experimentado un incremento significativo. Según la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares, en 2024 México reportó aproximadamente 100.2 millones de personas usuarias de Internet, equivalente al 83.1 % de la población de seis años o más. Según la misma encuesta, el 81.3 % de las personas usuarias de Internet lo emplea como apoyo para capacitación o educación, señal de la creciente dependencia de los entornos digitales para el aprendizaje [6]

Personas usuarias de internet

2015, 2021-2024
(porcentaje y personas)

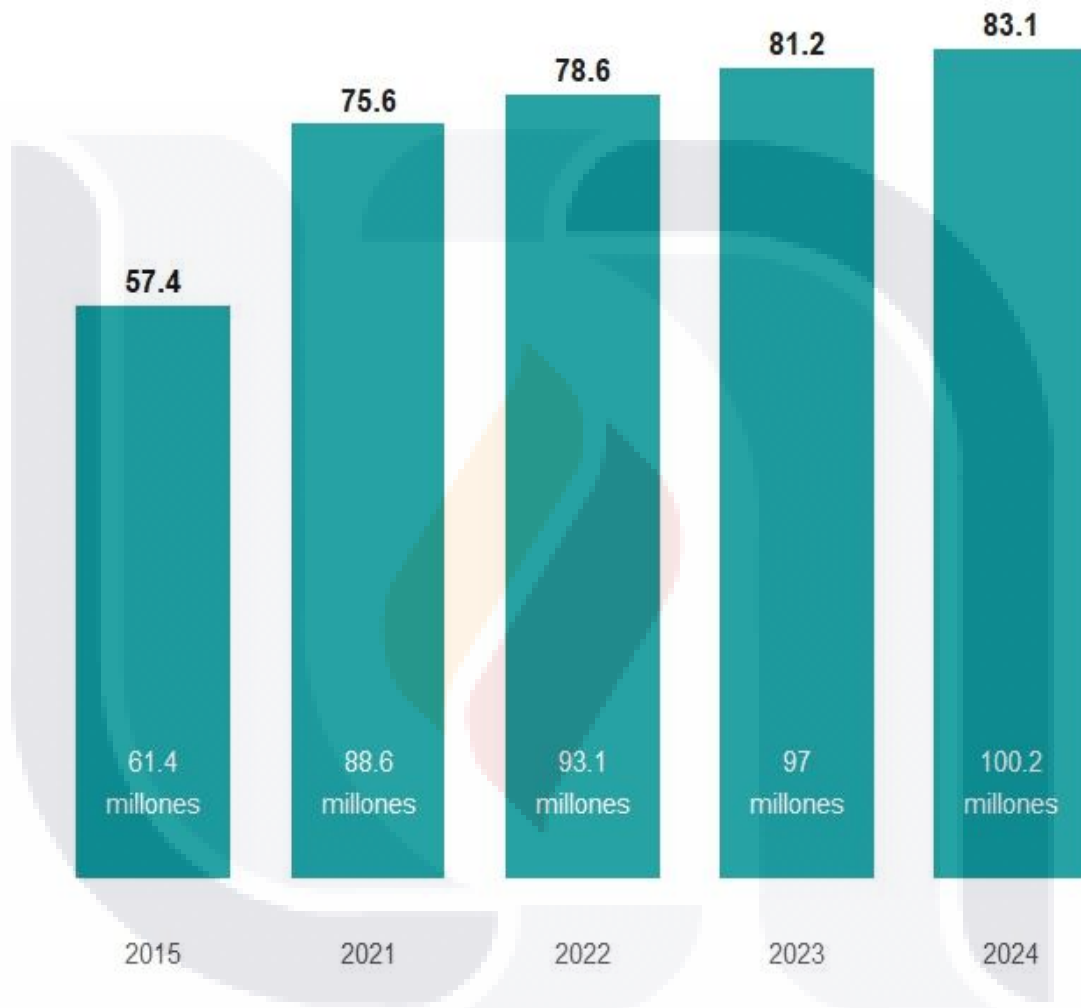


Figura 1. Personas usuarias de Internet en México, 2015 y 2021-2024.

El mayor acceso a recursos digitales no garantiza condiciones equitativas. La ENDUTIH muestra una diferencia marcada entre el campo y la ciudad el 86.9 % en zonas urbanas y solo del 68.5 % en zonas rurales, esta brecha limita el acceso [6]. Quien señala que la disponibilidad de equipos, la conectividad y los recursos económicos siguen siendo obstáculos para el aprovechamiento efectivo de la educación virtual. [2].

Porcentaje de personas usuarias de internet en los ámbitos urbano y rural
2021-2024

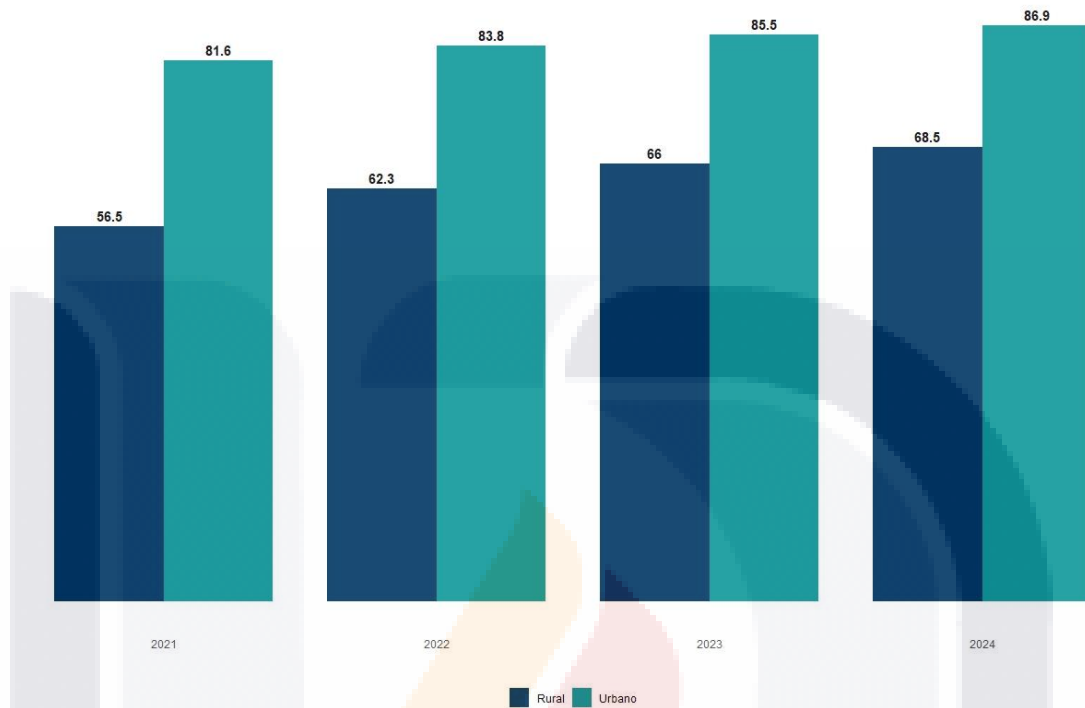


Figura 2. Personas usuarias de Internet en ámbitos urbano y rural, 2021-2024.

La digitalización de los contenidos educativos trajo consigo una enorme cantidad de materiales en formatos, plataformas y repositorios muy diversos. Esa abundancia es una oportunidad, pero también vuelve difícil dar con el recurso que de verdad se ajusta a cada estudiante. Vera [7] señala que la Inteligencia Artificial hace viable personalizar el aprendizaje y poner contenidos relevantes al alcance del estudiante, pero advierte que llevarla a la práctica con buenos resultados no es sencillo.

La inclusión educativa ocupa hoy un lugar central busca que todos los estudiantes participen en condiciones equitativas. Para Ancaya – Martínez [3] , toda la estrategia inclusiva tiene que arrancar de las características, necesidades y el contexto de cada alumno, lo que exige herramientas que se adapten a perfiles muy distintos

La IA y el aprendizaje automático encajan en esa necesidad. Forero-Cordoba y Negre Bennasar [8] reportan que ya se aplican en la enseñanza, la evaluación y la personalización, analizando información y detectando patrones para ajustar la experiencia a cada usuario.

Falta, sin embargo una pieza: una herramienta que elegir un material que pondere a la vez su pertenencia académica y su accesibilidad. Ahí se ubica el problema de esta investigación: no existe un recomendador inclusivo que ayude al docente a identificar recursos adecuados para un grupo diverso.

1.2 Justificación.

La pandemia transformó a fondo la enseñanza y el aprendizaje, y disparó el uso de recursos digitales: videos, documentos, plataformas y materiales interactivos [1] [2]. Pero ese mismo crecimiento dejó a docentes y estudiantes ante un volumen de información tan grande que dar con el recurso indicado para cada contexto se convirtió en un problema por sí solo.

A ello se añade el peso creciente de la inclusión educativa. La literatura insiste en diseñar estrategias que atiendan la diversidad del aula y aseguren aprendizajes equitativos [3] : dentro de esas estrategias, elegir bien los materiales resulta decisivo para que todos participen y accedan al contenido.

Aquí la Inteligencia Artificial aporta algo concreto: analiza información, genera contenido y recomienda recursos a la medida [7] [8]. Los modelos de IA Generativa, en particular, han mostrado utilidad para buscar, organizar y sugerir información, lo que le facilita decidir en escenarios muy distintos.

De ahí el sentido de esta investigación. A diferencia de los buscadores tradicionales de recursos, la propuesta usa un sistema basado en IA Generativa que interpreta lo que el docente describe sobre sus estudiantes y, con esa base, recomienda videos, lecturas, ejercicios o simuladores acordes a sus características.

El aporte se da en tres planos. En lo académico, suma al estudio de la IA en educación, con foco en llevar los principios de inclusión a los sistemas de recomendación. En lo tecnológico, el prototipo permite probar qué tanto sirven las herramientas basadas en GPT para apoyar decisiones pedagógicas. Y en lo social, busca acercar recursos más pertinentes y accesibles, reforzando prácticas educativas inclusivas en entornos digitales

1.3 Objetivos.

Objetivo General.

Diseñar, desarrollar, implementar y evaluar un sistema recomendador inclusivo, con el propósito de mejorar la enseñanza y facilitar el aprendizaje de los usuarios con los que interactúa.

Objetivos Específicos.

1. Analizar los fundamentos de la educación inclusiva, la accesibilidad digital y la Inteligencia Artificial aplicados a la recomendación de materiales educativos.
2. Identificar las características de los estudiantes que influyen en la selección de recursos educativos dentro de entornos de aprendizaje digitales.
3. Diseñar la arquitectura de un sistema recomendador inclusivo basado en Inteligencia Artificial Generativa para la recomendación de materiales educativos.

4. Implementar un prototipo web capaz de recomendar recursos educativos, tales como videos, lecturas, ejercicios y simuladores, considerando las características proporcionadas por el docente sobre sus estudiantes.
5. Evaluar el funcionamiento del prototipo mediante pruebas con estudiantes, analizando la pertinencia de las recomendaciones generadas y la experiencia de uso del sistema.
6. Determinar el potencial de la Inteligencia Artificial Generativa como herramienta de apoyo para la personalización e inclusión en entornos educativos digitales.

1.4 Preguntas de investigación.

La presente investigación se enfoca en el desarrollo de un sistema recomendador inclusivo para materiales educativos, basado en Inteligencia Artificial Generativa. La propuesta tiene como objetivo apoyar a los docentes en la selección de recursos educativos adecuados para las características y necesidades de sus estudiantes, promoviendo experiencias de aprendizaje más accesibles, personalizadas e inclusivas.

A partir de esta propuesta, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

Pregunta General.

¿Cómo puede un sistema recomendador inclusivo basado en Inteligencia Artificial Generativa apoyar a los docentes en la selección de materiales educativos adecuados para estudiantes con características y necesidades diversas?

Preguntas Específicas.

¿Qué características de los estudiantes deben considerarse para generar recomendaciones de materiales educativos más pertinentes e inclusivas?

¿De qué manera la Inteligencia Artificial Generativa puede contribuir a la personalización de recursos educativos dentro de entornos digitales de aprendizaje?

¿Qué tipo de materiales educativos pueden ser recomendados por el sistema para apoyar diferentes necesidades y contextos de aprendizaje?

¿Cuál es la percepción de los estudiantes respecto a la utilidad y pertinencia de las recomendaciones generadas por el sistema propuesto?

¿En qué medida un sistema recomendador inclusivo puede contribuir al fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos digitales?

1.5 Metodología de la investigación.

La presente metodología de investigación se desarrolla bajo un enfoque aplicado, orientado al diseño e implementación de una herramienta tecnológica que contribuya a la recomendación de materiales educativos desde una perspectiva inclusiva. Para ello, se integra el estudio de la educación inclusiva, la accesibilidad digital, los sistemas recomendadores y las aplicaciones de la Inteligencia Artificial Generativa en entornos educativos.

Como primera etapa, se realizará una revisión del estado del arte con el propósito de identificar investigaciones, metodologías y herramientas relacionadas con sistemas recomendadores educativos e inclusivos basados en Inteligencia Artificial. Esta revisión permitirá establecer los fundamentos teóricos y tecnológicos que sustentarán la propuesta desarrollada en este trabajo.

Posteriormente, se identificarán los elementos de diseño de software necesarios para la construcción del sistema, considerando aspectos relacionados con la arquitectura de la aplicación, la interacción con modelos de inteligencia artificial y la accesibilidad de la interfaz. Después de esto, se diseñará la herramienta y se definirán sus componentes funcionales.

El desarrollo de la propuesta se divide en análisis, diseño, implementación y evaluación. En la etapa de análisis se identificarán los requerimientos funcionales y las necesidades de los usuarios. En el diseño se definirá la arquitectura del sistema y la estructura de la interfaz. La implementación consistirá en la construcción de un prototipo funcional que utilice inteligencia artificial generativa para recomendar materiales educativos. Por último, la evaluación incluirá pruebas con usuarios y mecanismos de validación para evaluar la pertinencia de las recomendaciones y la experiencia de uso de la herramienta.

La Figura 1.3 muestra el esquema general seguido para el desarrollo de la investigación.

Esquema general de la metodología de investigación

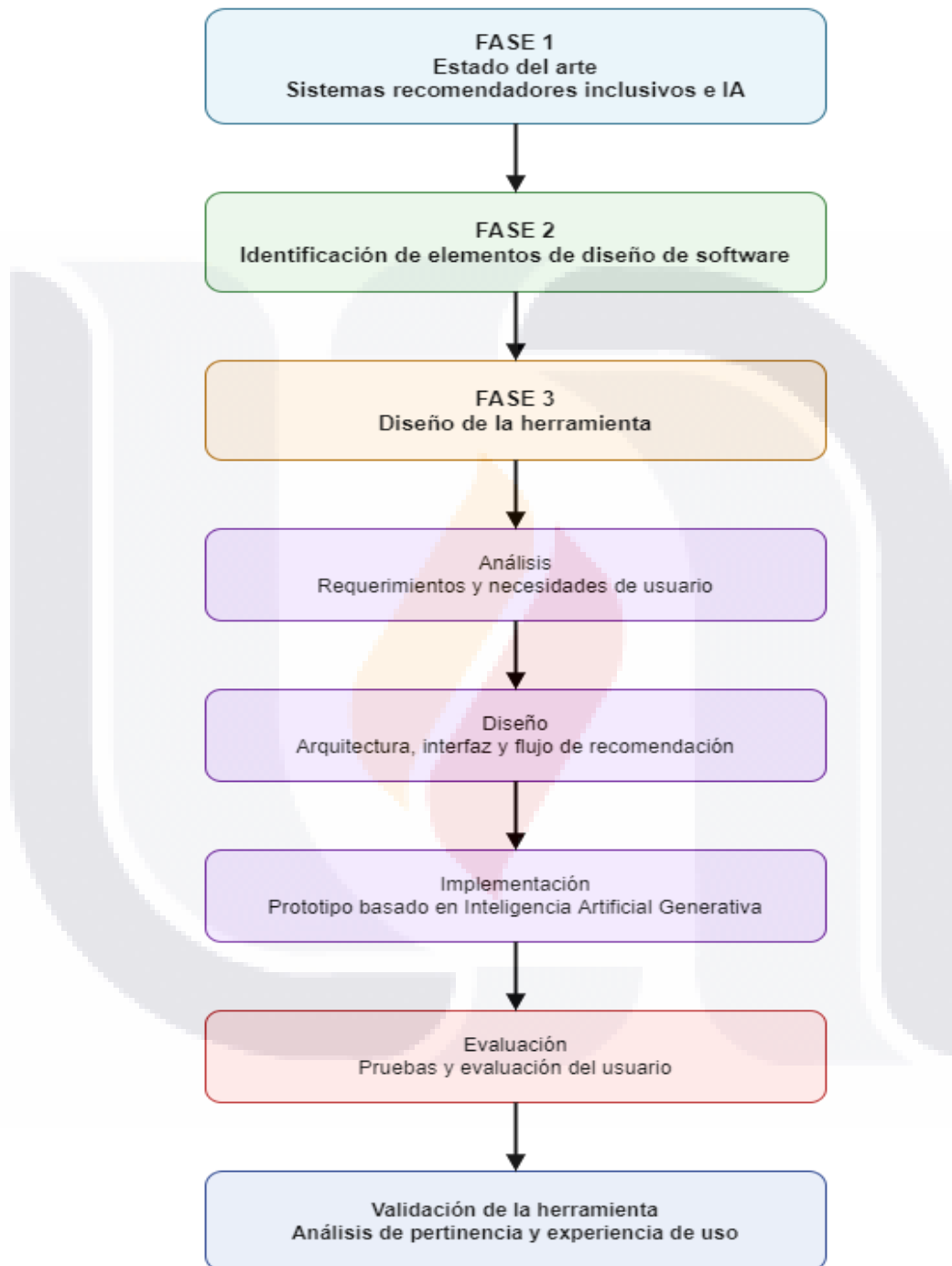


Figura 3 Esquema general de la metodología de investigación

Descripción de las etapas de la metodología.

Estado del Arte:

Consiste en la revisión y análisis de investigaciones relacionadas con sistemas recomendadores, educación inclusiva, accesibilidad digital e Inteligencia Artificial aplicada a la educación. Esta etapa permite identificar enfoques, metodologías y oportunidades de mejora para la propuesta desarrollada.

Identificación de elementos de diseño de software:

Se analizan los componentes necesarios para la construcción del sistema, incluyendo requerimientos funcionales, arquitectura, tecnologías a utilizar y criterios de accesibilidad que deben considerarse durante el desarrollo.

Diseño de la herramienta:

Se define la estructura general del sistema recomendador, estableciendo la interacción entre el usuario, la interfaz y el modelo de Inteligencia Artificial encargado de generar las recomendaciones.

Análisis:

Se identifican las necesidades de los usuarios, las características de los estudiantes y los tipos de materiales educativos que serán considerados dentro del proceso de recomendación.

Diseño:

Se elaboran los diagramas, arquitectura y componentes funcionales del sistema, definiendo la organización de la información y el flujo de interacción entre los distintos módulos.

Implementación:

Se desarrolla el prototipo funcional utilizando tecnologías web e Inteligencia Artificial Generativa, permitiendo la recomendación de materiales educativos como videos, lecturas, ejercicios y simuladores.

Evaluación:

Se verifica el correcto funcionamiento del sistema y la calidad de las recomendaciones generadas, considerando criterios relacionados con la pertinencia de los recursos sugeridos y la experiencia de uso.

Pruebas y evaluación del usuario:

Se realizan pruebas con estudiantes para obtener retroalimentación sobre la utilidad, accesibilidad y facilidad de uso de la herramienta, así como sobre la relevancia de las recomendaciones proporcionadas.

Validación de la herramienta:

Se analizan los resultados obtenidos durante las pruebas para determinar si el sistema cumple con los objetivos planteados y contribuye a mejorar el acceso a materiales educativos adecuados para diferentes perfiles de estudiantes.

1.6 Organización de la tesis.

La tesis esta estructurada en siete capítulos que describen el proceso de investigación, desarrollo, implementación y evaluación del sistema recomendador inclusivo para materiales educativos. A continuación se presenta una breve descripción de cada uno:

Capítulo 1. Introducción.

Sitúa el trabajo: presenta el problema que motiva la investigación, las razones para abordarlo, lo que se busca lograr las preguntas que guían el estudio y la forma en que se desarrolló.

Capítulo 2. Marco Teórico.

Reúne los fundamentos teóricos de inteligencia artificial, inteligencia artificial generativa, sistemas recomendadores, educación inclusiva, accesibilidad digital y trabajos relacionados con la propuesta.

Capítulo 3. Propuesta.

Detalla el diseño y desarrollo del sistema recomendador inclusivo. Detalla la arquitectura, los componentes, las tecnologías empleadas y el funcionamiento general de la herramienta.

Capítulo 4. Resultados y Evaluación.

Presenta los resultados obtenidos durante la implementación del sistema, las pruebas con usuarios y la evaluación de la funcionalidad, usabilidad y pertinencia de las recomendaciones.

Capítulo 5. Discusión.

Interpreta los resultados y los pone en diálogo con los objetivos del estudio y con lo reportado en investigaciones afines.

Capítulo 6. Discusión de Objetivos.

Repasa, uno a uno, el cumplimiento de los objetivos específicos y del general, señalando lo que se logró y lo que queda por mejorar.

Capítulo 7. Conclusiones y Trabajo Futuro.

Cierra con las conclusiones del trabajo, sus aportaciones principales, sus límites y las líneas que podrán explorarse más adelante.

Capítulo 2

Marco teórico.

El capítulo anterior se explicó por qué la Inteligencia Artificial importa en la educación. Este reúne los conceptos, antecedentes y bases teóricas que sostienen la propuesta, y repasa los enfoques principales sobre Inteligencia Artificial, educación inclusiva y sistemas recomendadores, que son el punto de partida para construir el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

2.1. Conceptos.

Construir una herramienta educativa con tecnologías emergentes obliga a cruzar varios campos: la Inteligencia Artificial, el aprendizaje automático, la educación inclusiva y los sistemas recomendadores. Su relevancia ha crecido a la par de la transformación digital de las aulas y de la necesidad de ofrecer aprendizajes personalizados y accesibles [7] [8]

La Inteligencia Artificial permite analizar información, reconocer patrones y apoyar decisiones en distintos escenarios educativos. La educación inclusiva busca que estudiantes con características y necesidades diversas participen en condiciones equitativas [3]. Y los sistemas recomendadores acercan a docentes y estudiantes los recursos que mejor encajan con cada situación de enseñanza [4] [5] Por ello, es necesario establecer los fundamentos teóricos que sustentan esta investigación y describir los conceptos y enfoques que respaldan el diseño e implementación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos propuesto.

2.1.1 Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) es una de las áreas de investigación más relevantes en las ciencias de la computación por su capacidad para desarrollar sistemas que realizan tareas que tradicionalmente requieren habilidades humanas. En las últimas décadas, la IA ha evolucionado desde enfoques centrados en resolver problemas específicos hasta sistemas que aprenden, razonan, procesan el lenguaje natural y generan contenido de forma autónoma. Su crecimiento ha sido impulsado por los avances en capacidad computacional, la disponibilidad masiva de datos y el desarrollo de nuevos algoritmos que permiten abordar problemas cada vez más complejos [8].

Aunque no existe una única definición universalmente aceptada, Russell y Norvig definen la Inteligencia Artificial como el estudio y diseño de agentes inteligentes, es decir, sistemas capaces de percibir su entorno mediante sensores y actuar sobre él a través de actuadores con el propósito de alcanzar determinados objetivos [9]. Desde esta perspectiva, la inteligencia no se limita a la capacidad de almacenar información, sino que involucra procesos relacionados con el razonamiento, la toma de decisiones, el aprendizaje y la adaptación ante diferentes situaciones.

La evolución de la Inteligencia Artificial ha estado acompañada por distintos enfoques teóricos que buscan explicar y reproducir comportamientos inteligentes. Russell y Norvig [9] identifican cuatro grandes perspectivas que han guiado históricamente el desarrollo de la disciplina: sistemas que

piensan como los seres humanos, sistemas que actúan como los seres humanos, sistemas que piensan racionalmente y sistemas que actúan racionalmente. Entre estos enfoques, el paradigma basado en agentes racionales se ha consolidado como uno de los más utilizados debido a que permite modelar sistemas capaces de seleccionar acciones que maximicen el logro de objetivos específicos dentro de un entorno determinado.

Desde sus orígenes formales en la Conferencia de Dartmouth de 1956, considerada por muchos autores como el nacimiento oficial de la Inteligencia Artificial, esta disciplina ha experimentado diversos periodos de crecimiento y estancamiento. Durante sus primeras etapas, la investigación se centró en sistemas expertos y algoritmos capaces de resolver problemas lógicos. Posteriormente, el incremento en la capacidad de procesamiento y el desarrollo de nuevas técnicas de aprendizaje permitieron la aparición de enfoques más avanzados, entre ellos el aprendizaje automático (Machine Learning), las redes neuronales artificiales y, más recientemente, los modelos generativos basados en aprendizaje profundo [8]

Hoy la Inteligencia Artificial está presente en buena parte de la vida diaria. Asistentes virtuales, buscadores, sistemas de recomendación, traductores, reconocimiento de voz o plataformas de comercio electrónico se apoyan en algoritmos que procesan grandes volúmenes de datos para devolver respuestas a la medida de cada usuario. Esa capacidad de personalizar la ha vuelto una tecnología central para empresas, instituciones educativas y sectores productivos en todo el mundo [7]

En educación su avance es rápido. La investigación reporta que estas tecnologías sirven para personalizar contenidos, seguir el avance académico, detectar necesidades de aprendizaje y automatizar tareas administrativas, lo que da a docentes y estudiantes mejores herramientas para gestionar el conocimiento [7] [8]. También permiten ajustar la experiencia educativa a perfiles distintos, un punto clave para la inclusión y la accesibilidad en entornos digitales.

Vera [7] plantea que llevar la IA a la educación superior puede reforzar la autonomía del estudiante, mejorar la retroalimentación y abrir otras formas de relacionarse con el conocimiento. Pero no la pinta como solución sin costos: señala retos de ética, privacidad y transparencia de los algoritmos, y obliga a que docentes y estudiantes desarrollen competencias digitales.

De todas sus ramas, la que más ha crecido es la Inteligencia Artificial Generativa, capaz de crear contenido nuevo a partir de patrones que aprende de grandes conjuntos de datos. De ahí salen las herramientas que producen texto, imágenes, audio o video con modelos de aprendizaje profundo. Entre ellas destacan los modelos de lenguaje de gran escala como GPT, con un potencial notable para buscar información, generar contenido educativo y recomendar recursos[7]

En esta investigación la IA es el cimiento tecnológico del recomendador propuesto. Apoyado en la capacidad de análisis y generación de estos modelos, el sistema ayuda al docente a localizar materiales adecuados para estudiantes con necesidades diversas. Vista así, la IA deja de ser solo una herramienta: se vuelve un medio para personalizar el aprendizaje y reforzar prácticas más inclusivas y accesibles..

2.1.2 Aprendizaje Automático (Machine Learning).

El Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML) es una de las ramas centrales de la IA. Reúne algoritmos que aprenden directamente de los datos, sin necesidad de programar cada caso por separado, de modo que el sistema reconoce patrones, hace predicciones y mejora conforme recibe nueva información [8]

Aunque los primeros trabajos relacionados con el aprendizaje automático surgieron durante las décadas de 1950 y 1960, el crecimiento exponencial de los datos digitales, el incremento de la capacidad computacional y el desarrollo de técnicas más sofisticadas han impulsado significativamente su evolución en los últimos años. Actualmente, el Machine Learning constituye uno de los principales motores de innovación tecnológica y forma parte de aplicaciones ampliamente utilizadas en ámbitos como la salud, las finanzas, la industria, el comercio electrónico y la educación [8]

De manera general, el aprendizaje automático puede definirse como un conjunto de métodos que permiten a los sistemas construir modelos a partir de datos históricos con el propósito de identificar relaciones, clasificar información o generar predicciones sobre eventos futuros. A diferencia de los sistemas tradicionales basados en reglas definidas manualmente, los modelos de Machine Learning tienen la capacidad de ajustar su comportamiento mediante la experiencia obtenida durante el proceso de entrenamiento [9]

Russell y Norvig [9] señalan que una de las principales ventajas del aprendizaje automático radica en su capacidad para mejorar el rendimiento de los sistemas inteligentes mediante la adquisición de conocimiento a partir de ejemplos y experiencias previas. Esta característica permite desarrollar soluciones adaptativas capaces de responder a entornos dinámicos y situaciones complejas donde resulta difícil definir todas las reglas de manera explícita.

Los enfoques de Machine Learning suelen clasificarse en tres grandes categorías: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo. El aprendizaje supervisado utiliza conjuntos de datos previamente etiquetados para entrenar modelos capaces de realizar tareas de clasificación o predicción. Por su parte, el aprendizaje no supervisado busca identificar patrones o agrupaciones dentro de datos que no poseen etiquetas definidas. Finalmente, el aprendizaje por refuerzo se basa en la interacción de un agente con su entorno, permitiéndole aprender mediante recompensas o penalizaciones derivadas de sus acciones [9]

Dentro del ámbito educativo, las aplicaciones del aprendizaje automático han aumentado considerablemente durante los últimos años. Forero-Corba y Negre Bennasar [8] se identificaron varias aplicaciones de técnicas de Machine Learning en la educación, como la predicción del rendimiento académico, la detección del riesgo de abandono escolar, el análisis del comportamiento estudiantil, la personalización del aprendizaje, la evaluación automática y los sistemas de recomendación. Los autores señalan que estas tecnologías pueden mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la gestión educativa en distintos niveles.

Una de las aplicaciones más relevantes del aprendizaje automático en educación es la personalización. Al analizar el desempeño, las preferencias y las características de cada estudiante, los modelos de Machine Learning generan recomendaciones ajustadas a sus necesidades. Con ello

la experiencia se vuelve más flexible y centrada en el estudiante, y el aprendizaje resulta más eficiente [8].

El aprendizaje automático es, además, la base de buena parte de los sistemas de recomendación que operan en plataformas digitales. Estos sistemas recorren grandes volúmenes de información para identificar los recursos, contenidos o servicios que le importan a cada usuario. En educación, sirven para elegir materiales, apoyar la planificación docente y personalizar el proceso formativo [4] [5].

El avance reciente del aprendizaje profundo (Deep Learning) amplió lo que el Machine Learning puede hacer. Con redes neuronales de múltiples capas, estas técnicas procesan enormes cantidades de datos y resuelven problemas complejos. De ahí salieron modelos que reconocen imágenes, entienden lenguaje natural, traducen textos y generan contenido automáticamente —el terreno sobre el que después creció la Inteligencia Artificial Generativa[7].

En esta investigación, el aprendizaje automático es uno de los fundamentos que permiten entender cómo operan los sistemas inteligentes detrás de las decisiones educativas. La propuesta se apoya sobre todo en modelos de IA Generativa, que son producto directo de esos avances en Machine Learning y aprendizaje profundo, y que hoy hacen posible analizar información y generar recomendaciones para contextos de aprendizaje muy distintos..

2.1.3 Inteligencia Artificial Generativa.

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) es una de las áreas que más ha crecido dentro de la IA reciente. Mientras los sistemas tradicionales se enfocan en analizar, clasificar o predecir, la IAG hace algo distinto: crea contenido nuevo a partir de los patrones que aprendió durante su entrenamiento. Puede producir textos, imágenes, audio, video, código y otros recursos digitales que antes dependían por completo del trabajo humano [7]

Detrás de esta tecnología están los avances en aprendizaje profundo (Deep Learning), y en particular las redes neuronales capaces de procesar grandes volúmenes de información y aprender representaciones complejas. Con ellas, los modelos ya no solo reconocen patrones existentes, sino que generan respuestas coherentes y ajustadas a lo que el usuario pide [8]

El salto reciente vino de los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (Large Language Models, LLM). Entrenados con enormes cantidades de texto de fuentes muy variadas, captan relaciones semánticas, interpretan el contexto y producen respuestas que se parecen a la comunicación humana. GPT, Gemini, Claude y otros sistemas conversacionales son los ejemplos más conocidos, y han cambiado la forma en que las personas interactúan con la tecnología [7]

Vera [7] señala que la llegada de herramientas como ChatGPT abrió un debate intenso en las universidades por su capacidad de apoyar la enseñanza, el aprendizaje y la generación de conocimiento. Estas herramientas explican, resuelven dudas, dan ejemplos, arman materiales de apoyo y ofrecen retroalimentación inmediata, lo que las vuelve recursos con peso real en el aula.

Buena parte de su valor está en algo concreto: se interactúa con ellas en lenguaje natural. El usuario escribe o habla casi como con otra persona, y eso baja la barrera técnica para usar IA avanzada, lo que facilita su adopción en escenarios educativos, empresariales y sociales[7].

En lo educativo, la IAG abre varias vías para reforzar la enseñanza: personaliza contenidos, adapta actividades a perfiles distintos, produce materiales didácticos y acerca recursos a quien los necesita [7] [8]. También respalda al docente en la planificación, la búsqueda de información y la elección de estrategias según el contexto.

No todo es ventaja. Hay que verificar que lo generado sea correcto, vigilar los sesgos del entrenamiento, cuidar la privacidad y la propiedad intelectual, y considerar las implicaciones éticas de usarla en el aula[7]. De ahí un consenso bastante extendido: estas herramientas deben apoyar el proceso educativo, no sustituir al docente ni el pensamiento crítico del estudiante.

Para la educación inclusiva su potencial es claro. Al adaptar explicaciones, reformular contenidos y generar recursos a la medida, atiende necesidades muy distintas dentro de un mismo grupo: materiales con varios niveles de complejidad o ajustados a estilos de aprendizaje concretos, lo que vuelve el aula más accesible y equitativa[3]. La OCDE, de hecho, anticipa que la IA podría transformar a fondo los sistemas educativos en los próximos años —sobre todo en personalización, generación de contenidos y apoyo a las decisiones pedagógicas—, aunque insiste en que hace falta un marco ético y normativo que garantice un uso responsable [10]

En esta investigación la IAG es el componente central del sistema propuesto. A diferencia de los recomendadores tradicionales, que se apoyan solo en filtrado colaborativo o análisis de contenido, aquí un modelo basado en GPT interpreta lo que el docente describe y sugiere materiales pertinentes según el perfil del grupo: videos, lecturas, ejercicios o simuladores, en función de las necesidades concretas que el usuario identifica. Vista así, la IAG no es solo un avance técnico, sino una vía para construir herramientas que favorezcan la inclusión, la personalización y el acceso a recursos adecuados para la diversidad de las aulas de hoy

2.1.4 Educación Inclusiva.

La educación inclusiva busca garantizar aprendizajes de calidad para todas las personas, al margen de sus características personales, sociales, culturales o económicas, o de sus condiciones físicas y cognitivas. Su punto de partida es reconocer la diversidad como algo propio del aula y lograr que todos los estudiantes participen, retirando las barreras que frenan su desarrollo académico y personal [7].

El concepto ha cambiado bastante en las últimas décadas. Al inicio, las políticas apuntaban a la integración: incorporar a los estudiantes con necesidades especiales al sistema tradicional. La inclusión va más lejos y le da la vuelta a la lógica —no es el estudiante quien debe adaptarse al sistema, sino el sistema el que se transforma para responder a la diversidad del aula[3].

Un antecedente clave es la Declaración de Salamanca de 1994, que fijó que las escuelas deben acoger a todos los estudiantes sin importar sus condiciones físicas, intelectuales, sociales, emocionales, lingüísticas o culturales. Ese acuerdo consolidó la educación inclusiva como un derecho y abrió paso a políticas orientadas a la equidad [3].

Llevarla a la práctica exige medidas concretas: adaptar el currículo, usar tecnologías asistivas, personalizar las actividades, fomentar el trabajo colaborativo y capacitar al docente en inclusión y accesibilidad [3].

Todas apuntan a lo mismo: que cada estudiante tenga condiciones reales para participar y desarrollar su potencial. La digitalización acelerada por la pandemia trajo a la vez oportunidades y desafíos para la inclusión. El acceso a recursos digitales y plataformas amplió las posibilidades de aprender, pero también dejó al descubierto desigualdades en conectividad, equipos y competencias digitales [1] [2] [6]

Frente a eso, la IA ha ganado terreno como aliada de la inclusión. La investigación señala que ayuda a personalizar el aprendizaje adaptando contenidos, generando recursos accesibles y recomendando materiales según las características de cada estudiante [7] [8] Es especialmente útil cuando el grupo es heterogéneo y elegir recursos para todos se vuelve complicado.

La inclusión va de la mano de la accesibilidad. Si la primera busca que todos participen, la segunda se ocupa de quitar las barreras que dificultan llegar a la información, los recursos y los entornos de aprendizaje. Son conceptos que se complementan, y ambos son clave para diseñar soluciones tecnológicas que sirvan a poblaciones diversas [3]

En el caso de los materiales digitales, la inclusión pide que sean comprensibles, accesibles y adecuados para distintos perfiles. Eso obliga a pensar en el nivel de complejidad, el formato, las necesidades de aprendizaje y las preferencias del usuario. Contar con materiales bien adaptados mejora de forma notable la participación y el desempeño de los estudiantes.

Esta investigación toma la educación inclusiva como uno de sus pilares. El sistema propuesto busca ayudar al docente a encontrar materiales que respondan a las características de cada estudiante, para que la selección de recursos sea más acertada. La IA Generativa funciona aquí como herramienta de apoyo que favorece la personalización, la accesibilidad y la inclusión, en favor de aulas más equitativas y atentas a la diversidad

2.1.5 Materiales Educativos Digitales.

Los materiales educativos digitales son recursos pensados para apoyar la enseñanza y el aprendizaje mediante tecnologías de la información. Vienen en muchos formatos —documentos electrónicos, videos, simuladores, infografías, presentaciones interactivas, ejercicios, plataformas y recursos multimedia—, y esa variedad amplía el acceso al conocimiento y hace la experiencia más dinámica [1] [2]

El crecimiento de los entornos virtuales aumentó la oferta de recursos accesibles en línea, y la pandemia aceleró el proceso: las instituciones de todo el mundo recurrieron a plataformas digitales para no detener las clases. Como consecuencia, docentes y estudiantes pasaron a apoyarse en materiales digitales como pieza central de su trabajo [1] [2]

Ortega [2] destaca varias ventajas de estos recursos: están disponibles de forma permanente, se acceden con flexibilidad, permiten estudiar desde cualquier lugar e incorporan elementos multimedia que enriquecen el aprendizaje. Esas cualidades los han vuelto herramientas habituales en los modelos educativos actuales.

El mayor acceso a Internet impulsó esta expansión. Según la ENDUTIH, más del 80 % de los usuarios de Internet en México lo utiliza para actividades de capacitación y educación, lo que confirma el peso de los recursos digitales en el aprendizaje de hoy [6]

Pero tanta abundancia también complica. Con tal cantidad de plataformas, formatos y niveles de calidad, encontrar el recurso adecuado para un contexto específico no es sencillo, y a menudo el usuario invierte mucho tiempo buscando, evaluando y filtrando contenidos que encajen con sus objetivos y con su grupo [7]

Que un material sea valioso depende de varios factores: la calidad y claridad del contenido, su nivel de complejidad, su accesibilidad, el formato y qué tan bien responde a la necesidad de aprendizaje. Por eso elegir bien es determinante para lograr aprendizajes significativos y una participación más activa [3]

Los materiales educativos digitales también desempeñan un papel importante dentro de los enfoques de educación inclusiva. La disponibilidad de recursos en diferentes formatos permite atender necesidades diversas, facilitando el acceso a la información mediante contenidos visuales, auditivos, interactivos o textuales. Asimismo, la posibilidad de adaptar materiales a distintos niveles de aprendizaje favorece la participación de estudiantes con características y necesidades heterogéneas dentro de un mismo entorno educativo [3]

Las investigaciones recientes sobre Inteligencia Artificial aplicada a la educación destacan que la personalización de recursos constituye una de las áreas con mayor potencial de desarrollo. Tecnologías basadas en aprendizaje automático e Inteligencia Artificial Generativa permiten analizar características de los usuarios y facilitar la recomendación de materiales más adecuados para cada contexto educativo, contribuyendo a mejorar la experiencia de aprendizaje y la toma de decisiones por parte de los docentes [7] [8]

En el contexto de los sistemas recomendadores educativos, los materiales digitales representan el elemento principal sobre el cual se generan las sugerencias personalizadas. Dependiendo de las características del estudiante y de los objetivos pedagógicos establecidos, un sistema recomendador puede proponer diferentes tipos de recursos, tales como videos explicativos, lecturas complementarias, actividades prácticas, simuladores interactivos o ejercicios de reforzamiento [4] [5]

La presente investigación se enfoca precisamente en la recomendación de materiales educativos digitales mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa. El sistema desarrollado tiene como propósito apoyar a los docentes en la selección de recursos educativos pertinentes para distintos perfiles de estudiantes, promoviendo experiencias de aprendizaje más personalizadas, accesibles e inclusivas. De esta manera, los materiales educativos digitales constituyen el recurso central sobre el cual se construye la propuesta tecnológica presentada en este trabajo.

2.1.6 Sistemas Recomendadores.

Los sistemas recomendadores son herramientas informáticas diseñadas para identificar, filtrar y sugerir elementos que puedan resultar relevantes para un usuario en función de sus características, intereses, necesidades o comportamientos previos. Su principal objetivo consiste en reducir la sobrecarga de información presente en entornos digitales, facilitando la toma de decisiones mediante la recomendación automatizada de contenidos, productos o servicios [4] [5]

El crecimiento exponencial de la información disponible en Internet ha convertido a los sistemas recomendadores en una tecnología ampliamente utilizada en diversos sectores. Plataformas de comercio electrónico, servicios de entretenimiento, redes sociales y sistemas de aprendizaje emplean mecanismos de recomendación para personalizar la experiencia de los usuarios y proporcionar contenido que resulte más relevante para cada contexto. Gracias a ello, estas herramientas han adquirido una importancia estratégica dentro de los sistemas de información modernos [8]

Desde una perspectiva general, un sistema recomendador analiza información relacionada con los usuarios y los elementos disponibles para generar sugerencias que apoyen la toma de decisiones. Dependiendo de la información utilizada y de la estrategia de recomendación implementada, estos sistemas pueden emplear diferentes técnicas para identificar relaciones entre usuarios, contenidos y preferencias [4]

De acuerdo con Ricci, Rokach y Shapira [11] los sistemas recomendadores pueden clasificarse principalmente en tres categorías: sistemas basados en contenido, sistemas de filtrado colaborativo y sistemas híbridos. Los sistemas basados en contenido generan recomendaciones considerando las características de los elementos previamente seleccionados por el usuario. Por su parte, los sistemas de filtrado colaborativo identifican patrones de comportamiento entre usuarios con intereses similares para sugerir nuevos elementos. Finalmente, los sistemas híbridos combinan diferentes técnicas con el propósito de mejorar la precisión y calidad de las recomendaciones.

Los sistemas basados en contenido analizan atributos específicos de los recursos disponibles y generan recomendaciones a partir de las similitudes encontradas entre dichos atributos y las preferencias del usuario. Este enfoque resulta especialmente útil cuando existe información descriptiva suficiente sobre los elementos que forman parte del sistema. En contextos educativos, por ejemplo, pueden utilizarse características como la temática, el nivel académico, el formato del recurso o los objetivos de aprendizaje para generar sugerencias personalizadas [11]

Por otra parte, los sistemas de filtrado colaborativo se fundamentan en la premisa de que usuarios con comportamientos similares pueden compartir intereses comunes. En este enfoque, las recomendaciones se generan a partir de las valoraciones, interacciones o preferencias registradas por otros usuarios. Aunque esta técnica ha demostrado buenos resultados en múltiples aplicaciones, puede presentar limitaciones cuando se dispone de poca información histórica o cuando existen nuevos usuarios o recursos dentro del sistema [11]

Los sistemas híbridos buscan superar las limitaciones de los enfoques individuales mediante la combinación de diferentes estrategias de recomendación. Esta integración permite aprovechar las ventajas de cada técnica y mejorar aspectos como la precisión, la diversidad y la relevancia de las recomendaciones generadas. Debido a estas características, los sistemas híbridos son actualmente una de las alternativas más utilizadas dentro de aplicaciones complejas de recomendación [11]

Dentro del ámbito educativo, los sistemas recomendadores han adquirido una relevancia creciente debido a la necesidad de personalizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La gran cantidad de recursos digitales disponibles dificulta la selección de materiales adecuados para las características específicas de cada estudiante. En este contexto, los sistemas recomendadores permiten identificar

contenidos relevantes y facilitar el acceso a recursos que apoyen el desarrollo académico de los usuarios [4] [5]

diferencia de los enfoques tradicionales basados exclusivamente en algoritmos de filtrado o similitud, el sistema propuesto utiliza Inteligencia Artificial Generativa para analizar información proporcionada por los docentes y recomendar materiales educativos como videos, lecturas, ejercicios y simuladores. De esta manera, se busca apoyar la selección de recursos adecuados para estudiantes con características y necesidades diversas, promoviendo experiencias de aprendizaje más personalizadas e inclusivas.

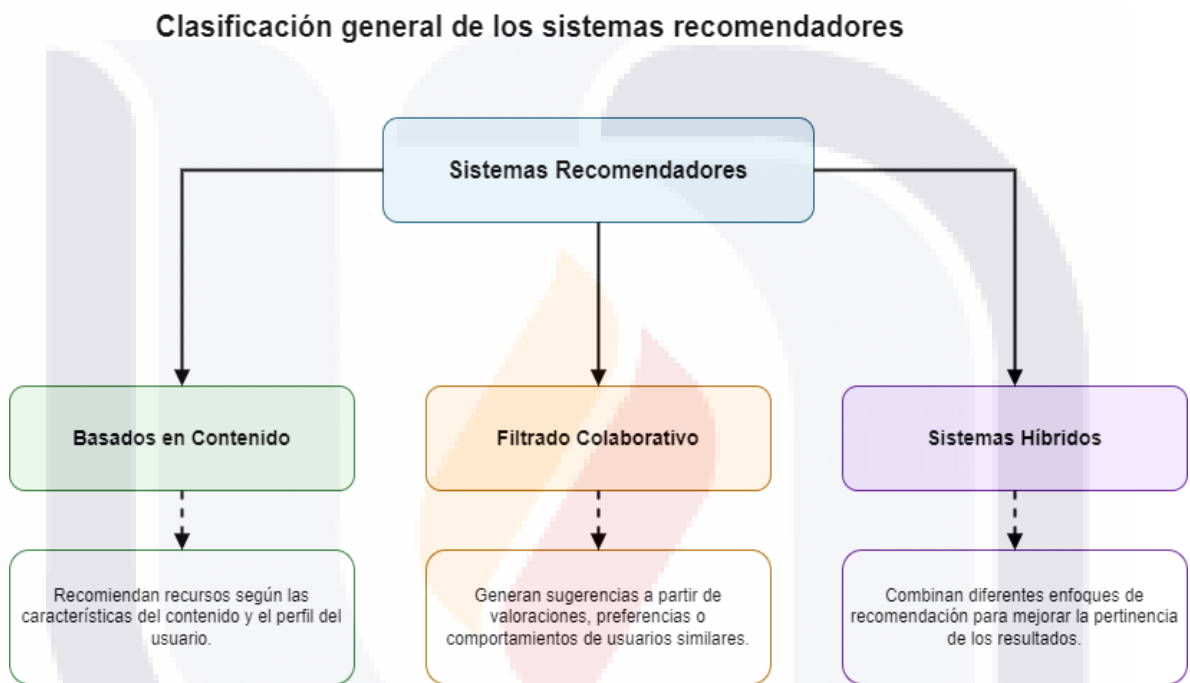


Figura 4 Clasificación general de los sistemas recomendadores.

2.1.7 Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM).

Los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (Large Language Models, LLM) representan una de las innovaciones más significativas dentro del campo de la Inteligencia Artificial Generativa. Estos modelos son sistemas entrenados mediante técnicas de aprendizaje profundo sobre grandes volúmenes de datos textuales, lo que les permite comprender, procesar y generar lenguaje natural con un nivel de coherencia y contextualización cada vez más cercano al lenguaje humano [12].

El desarrollo de los LLM surge como resultado de la evolución de las redes neuronales artificiales y de los avances en procesamiento del lenguaje natural (Natural Language Processing, NLP). A diferencia de los sistemas tradicionales basados en reglas predefinidas, los modelos de lenguaje modernos aprenden patrones lingüísticos, relaciones semánticas y estructuras gramaticales directamente a partir de enormes conjuntos de datos. Gracias a este proceso de entrenamiento, son capaces de responder preguntas, resumir información, traducir textos, generar contenido y mantener conversaciones en lenguaje natural [9].

Una de las arquitecturas que impulsó el desarrollo de los modelos actuales es el mecanismo conocido como Transformer, presentado por Vaswani et al. en 2017. Esta arquitectura permitió mejorar significativamente la capacidad de los modelos para comprender relaciones contextuales dentro de secuencias largas de texto, convirtiéndose en la base tecnológica de numerosos sistemas de Inteligencia Artificial Generativa utilizados actualmente [13].

Los LLM reciben esta denominación debido a la enorme cantidad de parámetros que contienen y al volumen de información empleado durante su entrenamiento. Mientras que modelos anteriores operaban con millones de parámetros, los sistemas actuales utilizan miles de millones, lo que les permite representar relaciones lingüísticas cada vez más complejas y generar respuestas más precisas y contextualizadas.

En el contexto de la presente investigación, los Modelos de Lenguaje de Gran Escala constituyen la base tecnológica sobre la cual se desarrolla el sistema recomendador propuesto. La capacidad de interpretar descripciones elaboradas por los docentes y generar recomendaciones contextualizadas de materiales educativos permite aprovechar las ventajas de la Inteligencia Artificial Generativa para apoyar procesos de enseñanza más personalizados e inclusivos. De esta manera, los LLM representan un componente fundamental para la construcción de herramientas educativas

orientadas a mejorar la selección de recursos de aprendizaje y favorecer la atención a la diversidad dentro del aula.

2.1.8 ChatGPT como herramienta educativa.

En educación, ChatGPT se ha ganado un lugar como herramienta de apoyo para docentes y estudiantes. Al entender preguntas en lenguaje natural, puede dar explicaciones, ejemplos, resúmenes, actividades y materiales en prácticamente cualquier área, y eso ha impulsado su entrada gradual en el aprendizaje autónomo, la tutoría virtual y la creación de recursos [7] [11]

Una de sus ventajas más señaladas es la personalización. Frente a los recursos tradicionales, que ofrecen contenidos estándar para todos, ChatGPT ajusta sus respuestas a lo que cada usuario necesita: explica con más o menos profundidad, reformula conceptos difíciles y da ejemplos según el contexto [11]

A esto se suman las cuestiones éticas: la privacidad de los datos, la transparencia de los algoritmos, la autoría de lo generado y el uso responsable de la IA siguen en discusión dentro de la comunidad académica. De ahí que exista acuerdo en integrar estas herramientas bajo criterios éticos que refuercen el aprendizaje [7] [12]

Para la educación inclusiva, ChatGPT resulta especialmente útil. Al adaptar explicaciones, reformular contenidos y generar recursos a la medida, atiende necesidades muy distintas dentro de un mismo grupo y hace la experiencia más flexible y accesible, lo que ayuda a reducir las barreras que limitan la participación de estudiantes diversos [3] [11]

En esta investigación, ChatGPT es la base tecnológica del sistema recomendador. Pero no se usa como el asistente conversacional habitual: aquí está orientado a ayudar al docente a localizar materiales adecuados para distintos perfiles. A partir de las características que el usuario describe,

el sistema sugiere videos, lecturas, ejercicios o simuladores, en favor de una enseñanza más personalizada, accesible e inclusiva.

En conjunto, ChatGPT es hoy una de las aplicaciones más representativas de la IA Generativa en educación. Su manejo del lenguaje natural, su capacidad de generar contenido contextualizado y su adaptabilidad lo posicionan como una tecnología con amplio margen para impulsar la innovación y personalizar la enseñanza.

2.2. Estado del Arte.

Los sistemas recomendadores en educación han ganado terreno en los últimos años, empujados por la abundancia de recursos digitales y por la necesidad de personalizar la enseñanza. Varios trabajos han estudiado cómo combinar algoritmos de recomendación, Inteligencia Artificial y criterios de accesibilidad para elegir mejor los materiales educativos.

Suárez Hernández [4] construyó un recomendador para la enseñanza del pensamiento computacional, pensado para facilitar al docente la selección de recursos. Su sistema combinó tres enfoques —basado en contenido, filtrado colaborativo por ítems e híbrido— y sumó una interfaz web, una base de recursos clasificados y un mecanismo de valoraciones que ajustaba las recomendaciones a las preferencias del profesor.

Almache López y Jácome Niama [5] propusieron un recomendador de contenidos según estilos de aprendizaje, dirigido a estudiantes de ingeniería en sistemas. Sugería materiales acordes al perfil de cada estudiante y midió su efecto en el rendimiento; el grupo experimental mejoró su desempeño, lo que respalda el potencial de estos sistemas para personalizar el aprendizaje.

En el terreno del aprendizaje automático, Forero-Corba y Negre Bennasar [8] hicieron una revisión sistemática sobre técnicas y aplicaciones de Machine Learning e IA en educación. Identificaron usos como la predicción del rendimiento, la detección de abandono escolar, la personalización, la evaluación automática y la recomendación de contenidos —evidencia de que estas técnicas pueden apoyar decisiones educativas y ajustar mejor los recursos a cada estudiante.

Vera [7] examina la entrada de la IA en la educación superior y señala oportunidades como la personalización, la retroalimentación automática, el impulso a la autonomía y la innovación curricular, junto a retos como la brecha digital, la ética, la privacidad y la formación de docentes y estudiantes para un uso crítico.

Ancaya-Martínez et al. [3] ponen el acento en la formación docente y las tecnologías asistivas como claves para aulas inclusivas. Su revisión insiste en atender la diversidad, adaptar el currículo y usar recursos tecnológicos que faciliten la participación de todos.

Desde la accesibilidad digital, Calderón-Delgado et al. [12] sostienen que esta es esencial para derribar barreras y lograr la participación plena de estudiantes con discapacidad. En esa línea, Vejarano Sánchez et al. [13] proponen lineamientos basados en WCAG 2.1 para mejorar la accesibilidad de los sitios web universitarios, con foco en discapacidades visuales.

El balance de estos trabajos muestra un patrón: los recomendadores educativos se han usado sobre todo para personalizar contenidos a partir de estilos de aprendizaje, valoraciones o atributos del

recurso. Queda, sin embargo, un espacio poco explorado —el de los recomendadores que integren de forma explícita la inclusión, la accesibilidad y la IA Generativa como motor de la recomendación. Ahí se sitúa esta tesis: un recomendador inclusivo basado en GPT que ayude al docente a elegir videos, lecturas, ejercicios o simuladores según las características de sus estudiantes.

2.2.1 Análisis comparativo de trabajos relacionados.

La revisión dejó ver investigaciones muy variadas en torno a recomendadores, IA y tecnologías digitales en educación. Todas comparten un mismo norte: personalizar la enseñanza, ampliar el acceso a los recursos y facilitar las decisiones de docentes y estudiantes.

Pero cada una atiende solo una parte del problema. Unas se concentran en recomendar contenidos; otras, en la inclusión, en la accesibilidad o en aplicar IA al aula. Por eso conviene compararlas: ver qué aporta cada propuesta y, frente a ellas, dónde se ubica la contribución de este trabajo

Tabla 1 Comparación de trabajos relacionados.

Referencia	Año	Área de aplicación	Tecnología principal	Inclusión educativa	Recomendación de materiales
[8] Almache López y Jácome Niama	2022	Educación superior	Sistema recomendador basado en estilos de aprendizaje	No	Sí
[2] Vera	2023	Educación superior	Inteligencia Artificial	Parcial	No
[4] Forero-Corba y Negre Bennasar	2024	Educación	Machine Learning e IA	Parcial	Sí
[3] Ancaya-Martínez et al.	2024	Inclusión educativa	Estrategias pedagógicas	Sí	No
[12] Calderón-Delgado et al.	2024	Accesibilidad digital	Tecnologías educativas accesibles	Sí	No
[6] Suárez Hernández	2025	Pensamiento computacional	Sistema recomendador híbrido	No	Sí
Propuesta de esta investigación	2026	Educación inclusiva	GPT e Inteligencia Artificial Generativa	Sí	Sí

Los trabajos revisados aportan elementos relevantes para la personalización del aprendizaje, la aplicación de Inteligencia Artificial y la promoción de entornos educativos más inclusivos. Sin embargo, la mayoría de las propuestas abordan problemáticas específicas de manera aislada. Los sistemas recomendadores identificados se centran en la recomendación de contenidos educativos mediante estilos de aprendizaje o algoritmos tradicionales de recomendación. Por otro lado, los estudios sobre la inclusión educativa y la accesibilidad digital se centran en estrategias pedagógicas y tecnológicas que favorecen la participación de estudiantes con necesidades diversas.

La literatura reciente evidencia el creciente potencial de la inteligencia artificial generativa y de herramientas basadas en modelos de lenguaje de gran escala para apoyar procesos educativos personalizados. Sin embargo, se identificó una cantidad limitada de investigaciones orientadas al

desarrollo de sistemas recomendadores inclusivos que integren criterios de accesibilidad, diversidad estudiantil e Inteligencia Artificial Generativa como mecanismo principal de recomendación.

En este contexto, la presente investigación propone un Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos basado en GPT, orientado a apoyar a los docentes en la selección de recursos como videos, lecturas, ejercicios y simuladores, considerando las características y necesidades específicas de los estudiantes. Así, se busca contribuir al desarrollo de herramientas educativas que integren personalización, inclusión y tecnologías de Inteligencia Artificial Generativa en un mismo entorno de apoyo a la enseñanza.

2.3 Síntesis del Marco Teórico.

El análisis de los conceptos y trabajos revisados permitió establecer los fundamentos teóricos que sustentan esta investigación. En primer lugar, la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático han registrado un crecimiento sostenido en múltiples campos de aplicación, particularmente en el ámbito educativo, donde han impulsado el desarrollo de herramientas orientadas a la personalización del aprendizaje, la automatización de procesos y el apoyo en la toma de decisiones académicas [7] [8] [9]

El avance de la Inteligencia Artificial Generativa y de los Modelos de Lenguaje de Gran Escala ha favorecido la creación de soluciones capaces de comprender y producir lenguaje natural, ampliando así las formas de interacción entre los usuarios y los sistemas inteligentes. Dentro de este panorama, plataformas como ChatGPT han demostrado un potencial significativo para asistir tareas relacionadas con la generación de contenidos, el acompañamiento educativo y la adaptación de recursos de aprendizaje [13] [14]

En lo que respecta a la educación inclusiva esta plantea la necesidad de asegurar que todos los estudiantes accedan a oportunidades de aprendizaje equitativas, atendiendo a la diversidad de características, necesidades y contextos que coexisten en los entornos educativos [3]. En la misma línea, los estudios sobre accesibilidad digital subrayan la relevancia de suprimir las barreras tecnológicas que podrían restringir la participación de ciertos grupos de usuarios en los procesos formativos [11] [14]

La revisión del estado del arte hizo posible reconocer diversas propuestas vinculadas con los sistemas recomendadores educativos, la Inteligencia Artificial aplicada a la educación y las estrategias para fomentar la inclusión. No obstante, se constató que la mayor parte de las investigaciones aborda estos elementos de forma aislada, y que resulta escaso el número de trabajos que articulen de manera conjunta los sistemas recomendadores, los criterios de inclusión educativa y la Inteligencia Artificial Generativa como mecanismo central de recomendación.

A partir de esta situación, se reconoce una oportunidad de investigación dirigida a la creación de herramientas que asistan a los docentes en la selección de materiales educativos pertinentes para estudiantes con características diversas. Bajo esta perspectiva, la presente tesis propone un Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos basado en GPT, capaz de generar recomendaciones contextualizadas de videos, lecturas, ejercicios y simuladores según las necesidades expresadas por el docente.

Los elementos analizados en este capítulo constituyen la base conceptual sobre la cual se desarrolla la propuesta presentada en el capítulo siguiente, donde se describen la arquitectura, el diseño, la implementación y el funcionamiento del sistema recomendador propuesto.

Capítulo 3

Propuesta.

Esta investigación propone desarrollar un Sistema Recomendador Inclusivo de Materiales Educativos basado en la Inteligencia Artificial Generativa. La herramienta está diseñada para apoyar a los docentes en la selección de recursos educativos adecuados para estudiantes con diversas características, necesidades y contextos de aprendizaje.

La propuesta hace uso de un modelo de lenguaje basado en GPT para examinar la información aportada por el docente y producir recomendaciones personalizadas de materiales educativos, tales como videos, lecturas, ejercicios, simuladores y otros recursos de apoyo académico. A diferencia de los sistemas recomendadores convencionales, la solución desarrollada integra criterios de inclusión educativa, lo que posibilita atender la diversidad presente en los entornos de enseñanza.

El sistema busca facilitar la toma de decisiones pedagógicas a través de la identificación de materiales pertinentes para distintos perfiles de estudiantes, contribuyendo de este modo al fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de tecnologías de Inteligencia Artificial Generativa.

3.1 Introducción.

En los capítulos previos se expuso el contexto de la investigación, los fundamentos teóricos relativos a la Inteligencia Artificial, la educación inclusiva y los sistemas recomendadores, junto con el análisis de trabajos relacionados con la problemática tratada. Partiendo de estos elementos, el presente capítulo describe la propuesta orientada a apoyar a los docentes en la selección de materiales educativos adecuados para estudiantes con diferentes características y necesidades de aprendizaje.

La propuesta consiste en el desarrollo de un sistema recomendador inclusivo de materiales educativos basado en Inteligencia Artificial Generativa. Dicho sistema emplea un modelo de lenguaje de gran escala basado en GPT para analizar los datos proporcionados por el docente y generar recomendaciones de recursos educativos como videos, lecturas, ejercicios, simuladores y otros materiales de apoyo al aprendizaje.

El propósito central de la herramienta es facilitar la identificación de recursos educativos pertinentes, tomando en cuenta la diversidad estudiantil, la inclusión educativa y las particularidades del contexto de enseñanza. De esta manera, se pretende ofrecer un mecanismo que respalde la toma de decisiones docentes y favorezca la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En las secciones siguientes se exponen el análisis, el diseño, la implementación y el funcionamiento del sistema propuesto, así como los mecanismos contemplados para su validación y evaluación

La propuesta consiste en desarrollar un sistema recomendador inclusivo para materiales educativos basado en inteligencia artificial generativa. El sistema utiliza un modelo de lenguaje de gran escala basado en GPT para analizar la información proporcionada por el docente y generar recomendaciones de recursos educativos como videos, lecturas, ejercicios, simuladores y otros materiales de apoyo al aprendizaje.

El objetivo principal de la herramienta es facilitar la identificación de recursos educativos pertinentes considerando la diversidad estudiantil, la inclusión educativa y las características del contexto de enseñanza. Así, se busca proporcionar un mecanismo que apoye la toma de decisiones docentes y contribuya a la personalización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En las siguientes secciones se presentan el análisis, el diseño, la implementación y el funcionamiento del sistema propuesto, así como los mecanismos considerados para su validación y evaluación.

3.2 Análisis del sistema.

El análisis del sistema se orientó a identificar las necesidades que motivan el desarrollo de una herramienta destinada a asistir a los docentes en la selección de materiales educativos apropiados para estudiantes con características y necesidades diversas. Tal como se indicó en capítulos anteriores, el incremento de recursos educativos disponibles en Internet complica la localización de contenidos pertinentes para contextos específicos de enseñanza, sobre todo cuando se aspira a promover entornos de aprendizaje inclusivos.

Frente a esta problemática, se plantea el desarrollo de un Sistema Recomendador Inclusivo de Materiales Educativos basado en Inteligencia Artificial Generativa. Esta herramienta permite que los docentes aporten información relevante acerca del contexto educativo y las características de los estudiantes, con el fin de generar recomendaciones de recursos de aprendizaje ajustados a sus necesidades.

El sistema se concibió como una aplicación web construida con HTML, CSS y JavaScript, que incorpora la API de GPT como motor principal para la generación de recomendaciones. Asimismo, integra técnicas de minería de datos para organizar y recuperar información asociada a recursos educativos digitales.

Los datos de entrada son suministrados por el docente mediante una interfaz de usuario, en la cual se describen aspectos como el nivel educativo, la asignatura, el tema de estudio y las necesidades específicas de aprendizaje. A partir de esta información, el sistema procesa la consulta y produce recomendaciones personalizadas de materiales educativos, como videos, lecturas, ejercicios, simuladores y otros recursos de apoyo al aprendizaje.

Las secciones siguientes presentan los requerimientos identificados, el diseño de la arquitectura propuesta y los elementos que integran el funcionamiento general de la herramienta

3.2.1 Requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales describen las funciones que el sistema debe cumplir para alcanzar los objetivos de la investigación. Definen las interacciones principales entre el usuario y la herramienta, así como los procesos para generar recomendaciones de materiales educativos mediante Inteligencia Artificial Generativa.

Capturar información del contexto educativo.

El sistema debe permitir al docente ingresar información relacionada con el contexto de aprendizaje, incluyendo nivel educativo, asignatura, tema de estudio y características relevantes de los estudiantes.

Registrar necesidades específicas de aprendizaje.

El sistema debe permitir que el docente describa las necesidades particulares de los estudiantes, considerando aspectos relacionados con inclusión educativa, dificultades de aprendizaje o requerimientos específicos de apoyo académico.

Procesar la información proporcionada por el usuario.

El sistema debe analizar los datos capturados y estructurarlos para su posterior procesamiento mediante el modelo de Inteligencia Artificial.

Generar consultas para el modelo GPT.

El sistema debe construir automáticamente las instrucciones necesarias para enviar la información recopilada a la API de GPT y obtener recomendaciones contextualizadas.

Obtener recomendaciones de materiales educativos.

El sistema debe generar recomendaciones personalizadas de recursos educativos considerando la información proporcionada por el docente.

Recomendar diferentes tipos de recursos educativos.

El sistema debe ser capaz de sugerir materiales educativos en diversos formatos, tales como videos educativos, lecturas complementarias, ejercicios prácticos, simuladores interactivos y recursos digitales de apoyo.

Presentar los resultados al usuario.

El sistema debe mostrar de forma clara y organizada las recomendaciones generadas, facilitando su consulta y análisis por parte del docente.

Permitir la generación de nuevas consultas.

El sistema debe permitir que el usuario modifique la información proporcionada y genere nuevas recomendaciones cuando sea necesario.

Mantener el historial de recomendaciones.

El sistema debe almacenar la información generada para permitir su consulta posterior y apoyar procesos de análisis mediante técnicas de minería de datos.

Facilitar la toma de decisiones docentes.

El sistema debe proporcionar recomendaciones orientadas a apoyar la selección de materiales educativos adecuados para distintos perfiles de estudiantes, favoreciendo procesos de enseñanza más inclusivos y personalizados

Tabla 2 Requerimientos funcionales

Clave	Descripción
RF1	Capturar información del contexto educativo
RF2	Registrar necesidades específicas de aprendizaje
RF3	Procesar la información proporcionada
RF4	Generar consultas para GPT
RF5	Obtener recomendaciones personalizadas
RF6	Recomendar distintos tipos de recursos educativos
RF7	Presentar resultados al usuario
RF8	Permitir nuevas consultas
RF9	Mantener historial de recomendaciones
RF10	Apoyar la toma de decisiones docentes

3.2.2 Requerimientos no funcionales.

Los requerimientos no funcionales describen las características de calidad y las restricciones que debe cumplir el sistema para garantizar su correcto funcionamiento. A diferencia de los requerimientos funcionales, estos no se enfocan en las tareas que realiza la herramienta, sino en las condiciones bajo las cuales dichas tareas deben ejecutarse. Su definición permite establecer criterios relacionados con el rendimiento, la usabilidad, la seguridad, la compatibilidad y la disponibilidad del sistema.

Disponibilidad del sistema.

La herramienta debe estar disponible para su utilización a través de una aplicación web, permitiendo el acceso a los usuarios mediante una conexión a Internet y un navegador compatible.

Usabilidad.

La interfaz debe ser intuitiva y fácil de utilizar, de manera que los docentes puedan interactuar con la herramienta sin requerir conocimientos técnicos avanzados en Inteligencia Artificial o programación.

Rendimiento.

El sistema debe procesar las consultas y presentar las recomendaciones en un tiempo razonable, garantizando una experiencia de usuario fluida durante la interacción con la plataforma.

Compatibilidad.

La aplicación debe funcionar correctamente en los principales navegadores web modernos, tales como Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge y Safari.

Escalabilidad.

La arquitectura propuesta debe permitir la incorporación de nuevos tipos de materiales educativos, fuentes de información o funcionalidades adicionales sin afectar significativamente el funcionamiento del sistema.

Seguridad.

La información proporcionada por los usuarios debe ser gestionada de manera segura, evitando accesos no autorizados y garantizando la integridad de los datos procesados por la aplicación.

Mantenibilidad.

El sistema debe desarrollarse utilizando una estructura modular que facilite futuras actualizaciones, correcciones y mejoras de la herramienta.

Interoperabilidad.

La solución debe ser capaz de comunicarse adecuadamente con servicios externos, particularmente con la API de GPT utilizada para la generación de recomendaciones.

Confiability.

El sistema debe generar recomendaciones de manera consistente a partir de la información proporcionada por el usuario, manteniendo estabilidad durante su operación.

Portabilidad.

La aplicación debe poder ejecutarse en diferentes sistemas operativos y dispositivos que cuenten con un navegador web actualizado y acceso a Internet.

Tabla 3 Requerimientos no funcionales

Clave	Descripción
RNF1	Disponibilidad mediante aplicación web
RNF2	Interfaz intuitiva y fácil de usar
RNF3	Tiempo de respuesta adecuado
RNF4	Compatibilidad con navegadores modernos
RNF5	Escalabilidad para futuras funcionalidades
RNF6	Seguridad en el manejo de información
RNF7	Mantenibilidad del sistema
RNF8	Interoperabilidad con la API GPT
RNF9	Confiabilidad en la generación de recomendaciones
RNF10	Portabilidad entre distintos dispositivos y sistemas operativos

3.2.3 Usuarios del sistema.

Los usuarios del sistema corresponden a las personas que interactúan directamente con la herramienta para realizar las funciones definidas durante la etapa de análisis. Debido al enfoque de la presente investigación, el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos está orientado principalmente al apoyo de actividades docentes relacionadas con la selección de recursos educativos adecuados para estudiantes con diferentes características y necesidades de aprendizaje.

Docente

El docente constituye el usuario principal del sistema. Su función consiste en proporcionar información relacionada con el contexto educativo, incluyendo aspectos como el nivel académico, la asignatura, el tema de estudio y las características particulares de los estudiantes. A partir de esta información, el sistema genera recomendaciones personalizadas de materiales educativos que pueden apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Entre las principales actividades que realiza el docente dentro de la herramienta se encuentran:

- Registrar información del contexto educativo.
- Describir necesidades específicas de aprendizaje.
- Solicitar recomendaciones de materiales educativos.
- Consultar los resultados generados por el sistema.
- Realizar nuevas consultas cuando sea necesario.
- Consultar el historial de recomendaciones almacenadas.

El uso de la herramienta busca facilitar la toma de decisiones relacionadas con la selección de recursos educativos, reduciendo el tiempo invertido en la búsqueda de materiales y promoviendo la utilización de contenidos más adecuados para las necesidades de los estudiantes.

API de GPT.

Aunque no corresponde a un usuario humano, la API de GPT participa como un actor externo dentro del funcionamiento del sistema. Su función consiste en procesar las consultas generadas por la aplicación y proporcionar recomendaciones de materiales educativos a partir de la información enviada por el docente.

La integración con este servicio permite incorporar capacidades de Inteligencia Artificial Generativa para analizar descripciones en lenguaje natural y generar sugerencias contextualizadas que apoyen la personalización del aprendizaje.

La Figura 3.1 muestra la relación entre los actores involucrados y el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

Actores del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos

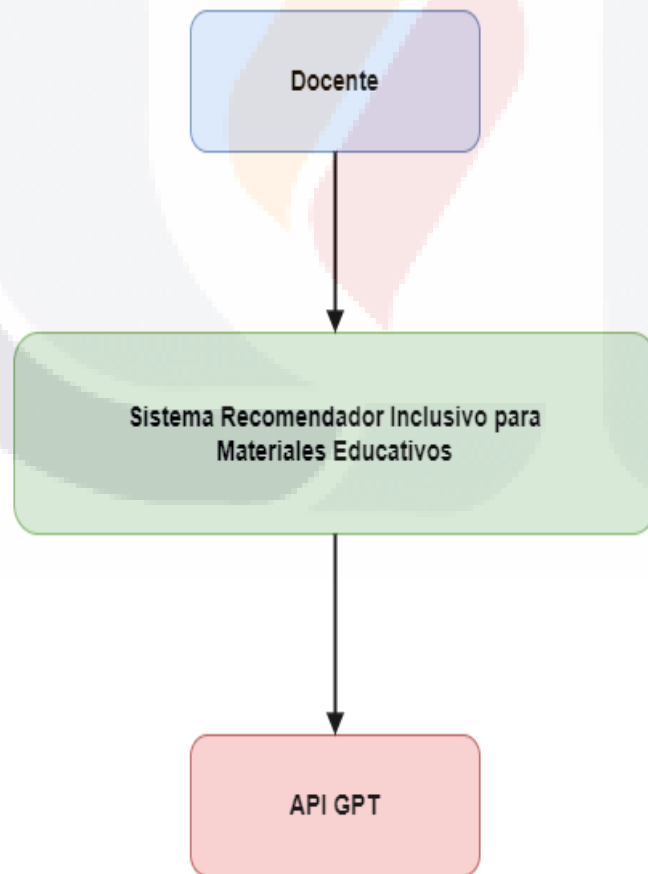


Figura 5 Actores del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos

3.2.4 Diagrama de Casos de uso.

El diagrama de casos de uso permite representar gráficamente las principales funcionalidades del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos y las interacciones que existen entre los actores involucrados y la herramienta desarrollada. Su propósito es identificar los servicios que ofrece el sistema y la forma en que los usuarios pueden acceder a ellos para satisfacer sus necesidades.

En la propuesta desarrollada, el actor principal es el docente, quien proporciona la información necesaria para generar recomendaciones de materiales educativos. A través de la interfaz web, el usuario puede describir el contexto educativo, registrar las necesidades específicas de aprendizaje de los estudiantes y solicitar recomendaciones personalizadas de recursos educativos.

Por otra parte, la API de GPT participa como un actor externo encargado de procesar las consultas generadas por el sistema y producir recomendaciones contextualizadas a partir de la información proporcionada por el docente. Esta integración permite aprovechar las capacidades de la Inteligencia Artificial Generativa para apoyar la selección de materiales educativos adecuados para distintos escenarios de aprendizaje.

Los casos de uso identificados para la herramienta son los siguientes:

- Capturar información del contexto educativo.
- Registrar necesidades específicas de aprendizaje.
- Solicitar recomendaciones de materiales educativos.
- Procesar la consulta realizada por el usuario.
- Consultar la API GPT.
- Generar recomendaciones personalizadas.
- Visualizar los resultados obtenidos.
- Realizar nuevas consultas.
- Consultar el historial de recomendaciones.

La Figura 3.2 muestra el diagrama de casos de uso correspondiente al Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.



Figura 6 Diagrama de casos de uso del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

3.3 Diseño del Sistema.

El diseño del sistema describe la estructura general de la herramienta propuesta, así como los componentes que intervienen en el proceso de recomendación de materiales educativos. Esta etapa permite establecer la forma en que interactúan el usuario, la interfaz web, el módulo de procesamiento, la base de datos y la API de GPT para generar recomendaciones personalizadas.

El Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos fue diseñado como una aplicación web desarrollada mediante HTML, CSS y JavaScript. Su funcionamiento inicia cuando el docente ingresa información relacionada con el contexto educativo y las necesidades específicas de los estudiantes. Posteriormente, dicha información es procesada por el sistema y enviada a la API de GPT, la cual genera recomendaciones de materiales educativos acordes con los datos proporcionados.

El diseño considera también el uso de una base de datos y técnicas de minería de datos para almacenar, organizar y analizar información relacionada con las consultas realizadas y los recursos recomendados. Esto permite mantener un historial de recomendaciones y facilitar procesos posteriores de análisis y mejora del sistema.

De manera general, el sistema se compone de los siguientes elementos: interfaz de usuario, módulo de captura de información, módulo de procesamiento, módulo de integración con GPT, base de datos, módulo de recomendaciones y módulo de visualización de resultados. Estos componentes trabajan de forma integrada para apoyar al docente en la selección de recursos educativos adecuados para distintos perfiles de estudiantes.

3.3.1 Arquitectura general del sistema.

La arquitectura general del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos fue diseñada bajo un enfoque cliente-servidor, utilizando tecnologías web para la interacción con el usuario e integrando servicios de Inteligencia Artificial Generativa para la generación de recomendaciones. La arquitectura propuesta permite que los docentes proporcionen información relacionada con el contexto educativo y reciban sugerencias de materiales educativos personalizadas de acuerdo con las necesidades específicas de aprendizaje de los estudiantes.

El sistema está compuesto por seis módulos principales: interfaz web, módulo de captura de información, módulo de procesamiento, base de datos, módulo de integración con GPT y módulo de presentación de resultados. Cada uno de estos componentes cumple una función específica dentro del proceso de recomendación.

La interacción inicia cuando el docente accede a la aplicación web y proporciona información relacionada con el nivel educativo, la asignatura, el tema de estudio y las características de los estudiantes. Posteriormente, el módulo de procesamiento organiza la información recibida y construye la consulta que será enviada al modelo de lenguaje basado en GPT.

De manera complementaria, el sistema utiliza una base de datos para almacenar consultas, recomendaciones generadas y otra información relevante que puede ser utilizada posteriormente mediante técnicas de minería de datos. Este proceso permite conservar un historial de uso y facilita el análisis de los recursos recomendados.

Una vez procesada la información, el sistema realiza una solicitud a la API de GPT, la cual analiza el contexto proporcionado y genera recomendaciones de materiales educativos adaptadas a las necesidades descritas por el docente. Finalmente, los resultados son presentados mediante la interfaz web para facilitar su consulta y utilización dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La Figura 3.3 muestra la arquitectura general propuesta para el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

Arquitectura general del Sistema Recomendador Inclusivo

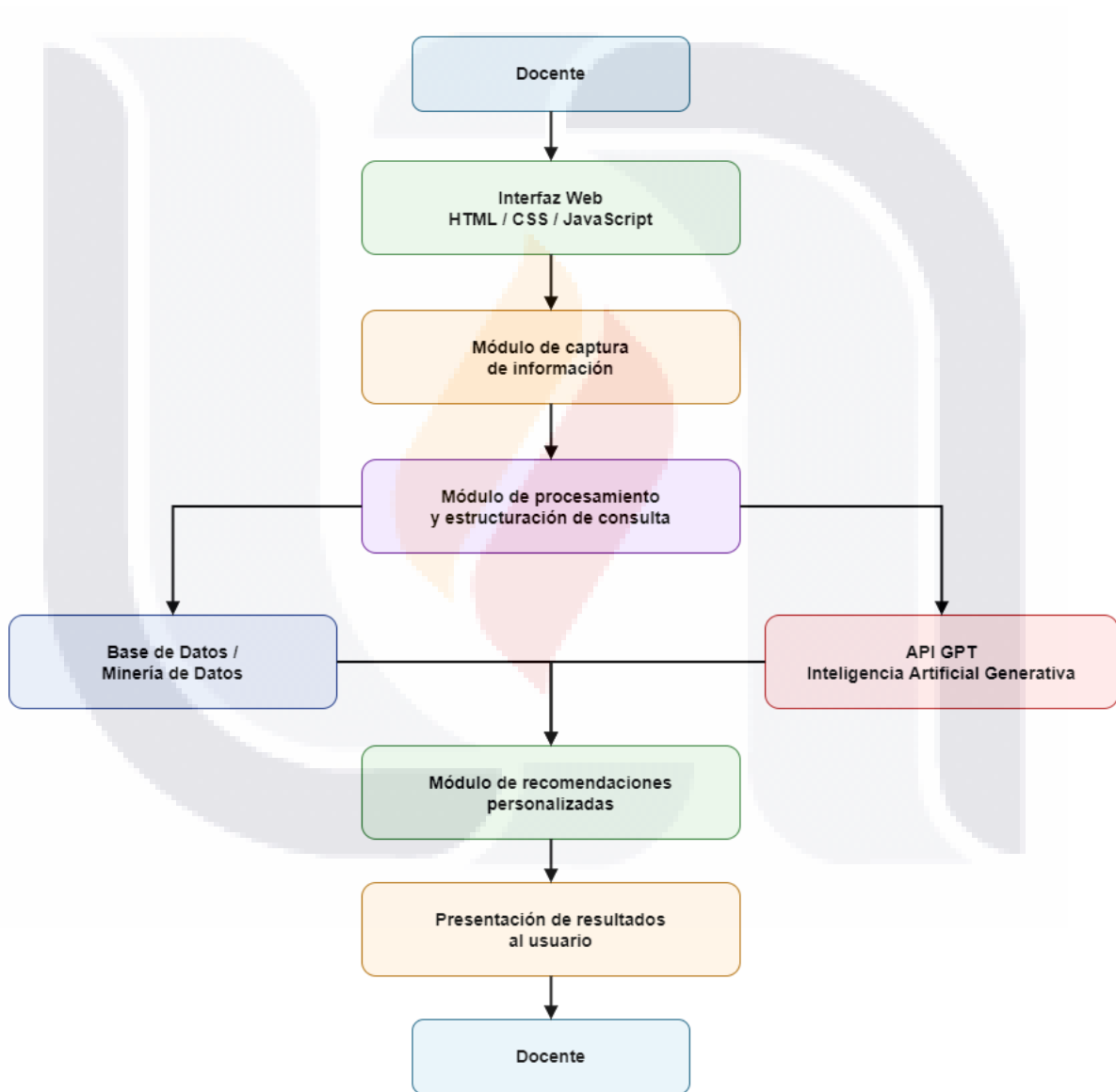


Figura 7 Arquitectura general del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

3.3.2 Diseño de la base de conocimiento.

La base de conocimiento del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos constituye el conjunto de información utilizada para apoyar la generación, almacenamiento y análisis de las recomendaciones producidas por la herramienta. Su diseño permite organizar los datos proporcionados por el docente, las características del contexto educativo, las necesidades específicas de aprendizaje y los materiales recomendados por el sistema.

A diferencia de una base de datos tradicional orientada únicamente al almacenamiento, la base de conocimiento propuesta tiene como propósito conservar información relevante para mejorar el proceso de recomendación y facilitar el análisis posterior mediante técnicas de minería de datos. De esta manera, el sistema puede registrar las consultas realizadas, los criterios utilizados, los tipos de materiales sugeridos y las respuestas generadas por el modelo GPT.

Los principales elementos considerados dentro de la base de conocimiento son los siguientes:

Información del contexto educativo.

Incluye datos relacionados con el nivel educativo, asignatura, tema de estudio y propósito de la recomendación solicitada por el docente.

Características de los estudiantes.

Comprende la información proporcionada por el docente sobre las necesidades, dificultades, estilos de aprendizaje, condiciones particulares o requerimientos específicos de apoyo académico de los estudiantes.

Tipos de materiales educativos.

Considera los recursos que pueden ser recomendados por el sistema, tales como videos educativos, lecturas complementarias, ejercicios prácticos, simuladores interactivos y otros materiales digitales de apoyo.

Historial de consultas.

Almacena las solicitudes realizadas por los docentes, permitiendo conservar un registro de las recomendaciones generadas y facilitar su consulta posterior.

Resultados generados.

Contiene las recomendaciones producidas por el modelo GPT, incluyendo la descripción del recurso sugerido, su propósito educativo y la relación con las necesidades descritas por el usuario.

El diseño de esta base de conocimiento permite que la herramienta no solo genere recomendaciones inmediatas, sino que también conserve información útil para el análisis del comportamiento del sistema. Esta información puede ser utilizada posteriormente para identificar patrones de uso, tipos de recursos más recomendados y necesidades educativas recurrentes.

La Figura 3.4 muestra la estructura general de la base de conocimiento considerada para el sistema propuesto.

Estructura de la base de conocimiento del sistema

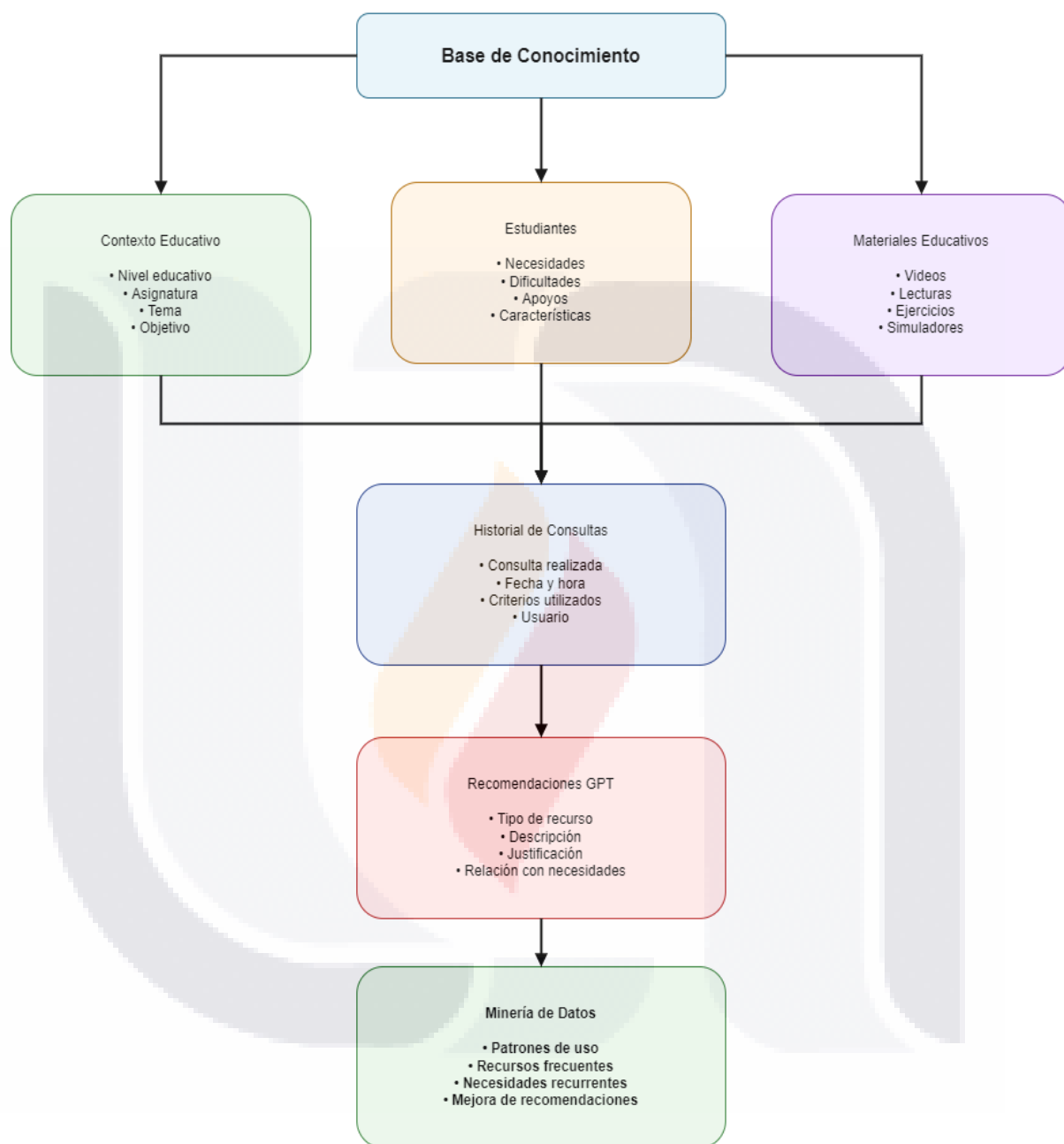


Figura 8 Estructura de la base de conocimiento del sistema.

3.3.3 Diseño de la interfaz de usuario.

El diseño de la interfaz de usuario tiene como finalidad facilitar la interacción entre el docente y el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. La interfaz fue diseñada bajo un enfoque sencillo e intuitivo, con el propósito de que el usuario pueda ingresar la información necesaria para generar recomendaciones sin requerir conocimientos técnicos especializados en Inteligencia Artificial o programación.

La interfaz principal permite capturar los datos relacionados con el contexto educativo, las características de los estudiantes y las necesidades específicas de aprendizaje. A partir de esta información, el sistema estructura la consulta y la envía al modelo GPT para generar recomendaciones personalizadas de materiales educativos.

El diseño visual de la herramienta fue desarrollado mediante HTML, CSS y JavaScript, considerando una distribución clara de los elementos, campos de entrada comprensibles y botones de acción que guían al usuario durante el proceso de recomendación. Entre los elementos principales de la interfaz se encuentran el formulario de captura de información, el botón para solicitar recomendaciones, el área de presentación de resultados y la opción para realizar nuevas consultas.

La interfaz también contempla la visualización organizada de los materiales recomendados, mostrando recursos como videos, lecturas, ejercicios, simuladores y otros materiales digitales de apoyo. Esta presentación busca que el docente pueda analizar rápidamente las sugerencias generadas y seleccionar aquellas que resulten más adecuadas para su contexto de enseñanza.

La Figura 3.5 muestra el diseño general de la interfaz de usuario del sistema propuesto.

Diseño general de la interfaz de usuario

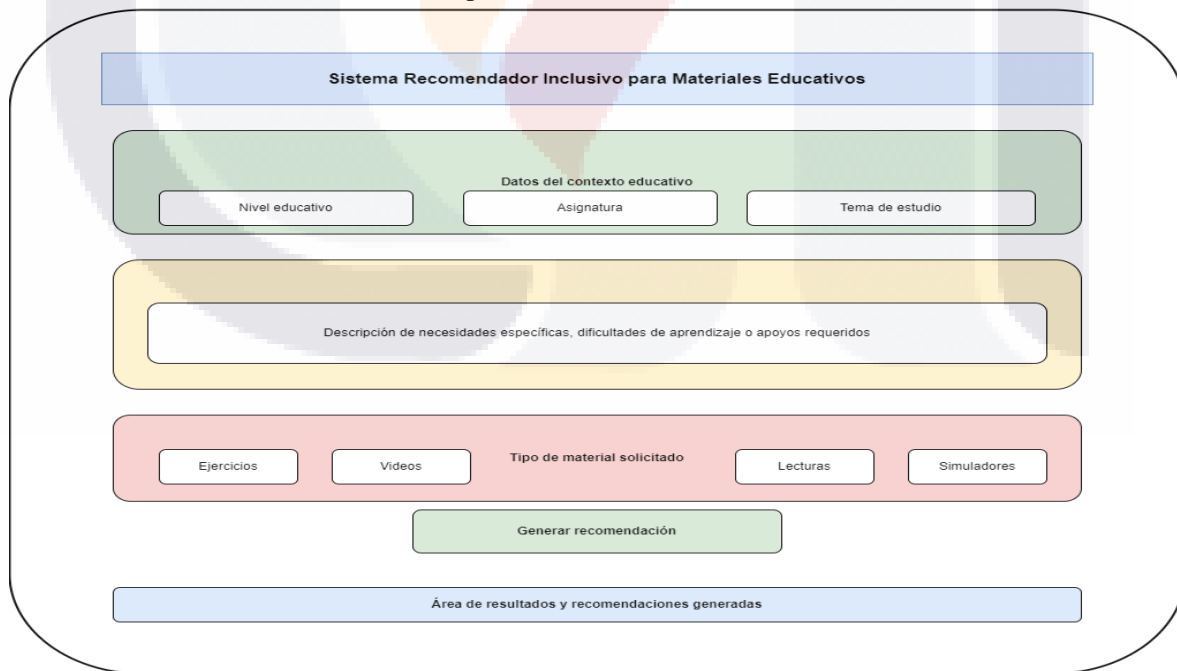


Figura 9 Diseño general de la interfaz de usuario del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos

3.3.4 Flujo de recomendación.

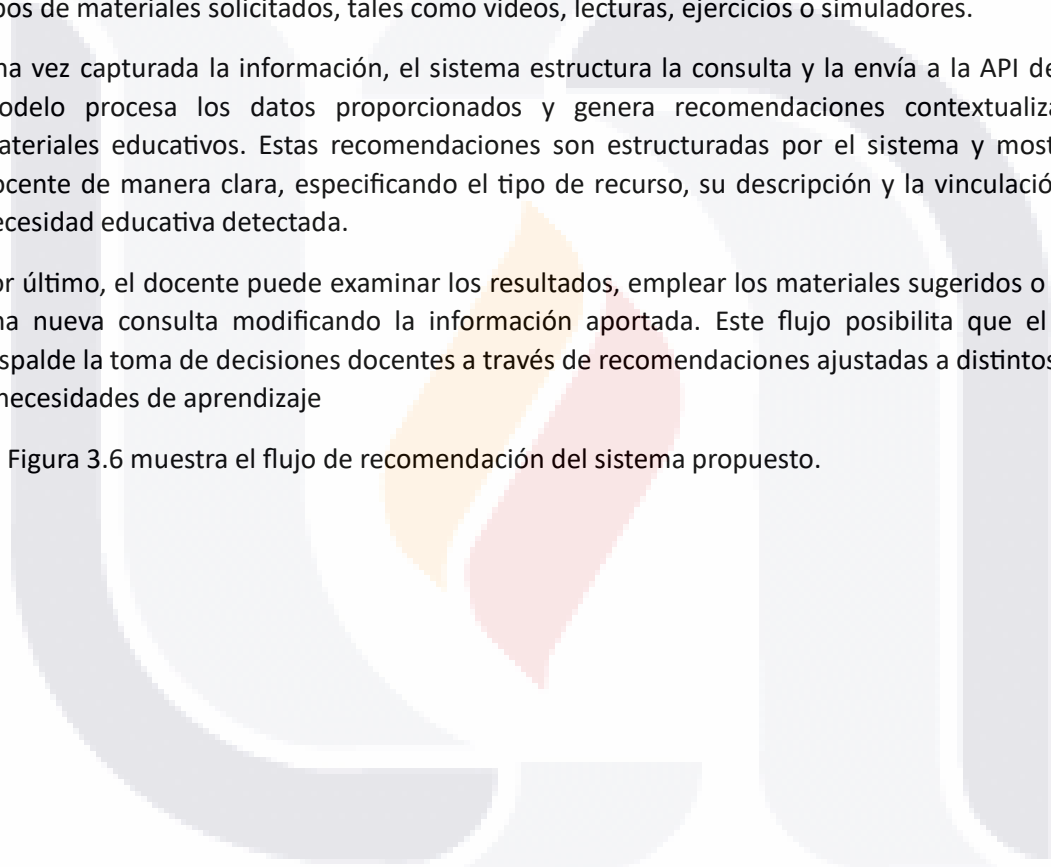
El flujo de recomendación describe el proceso que sigue el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos desde que el docente ingresa la información inicial hasta que recibe las recomendaciones generadas. Este flujo permite comprender la secuencia de actividades que intervienen en la captura, procesamiento, generación y presentación de materiales educativos personalizados.

El proceso inicia cuando el docente accede a la interfaz web e introduce información relacionada con el contexto educativo, como nivel académico, asignatura, tema de estudio y características de los estudiantes. Posteriormente, el sistema registra las necesidades específicas de aprendizaje y los tipos de materiales solicitados, tales como videos, lecturas, ejercicios o simuladores.

Una vez capturada la información, el sistema estructura la consulta y la envía a la API de GPT. El modelo procesa los datos proporcionados y genera recomendaciones contextualizadas de materiales educativos. Estas recomendaciones son estructuradas por el sistema y mostradas al docente de manera clara, especificando el tipo de recurso, su descripción y la vinculación con la necesidad educativa detectada.

Por último, el docente puede examinar los resultados, emplear los materiales sugeridos o efectuar una nueva consulta modificando la información aportada. Este flujo posibilita que el sistema respalde la toma de decisiones docentes a través de recomendaciones ajustadas a distintos perfiles y necesidades de aprendizaje

La Figura 3.6 muestra el flujo de recomendación del sistema propuesto.



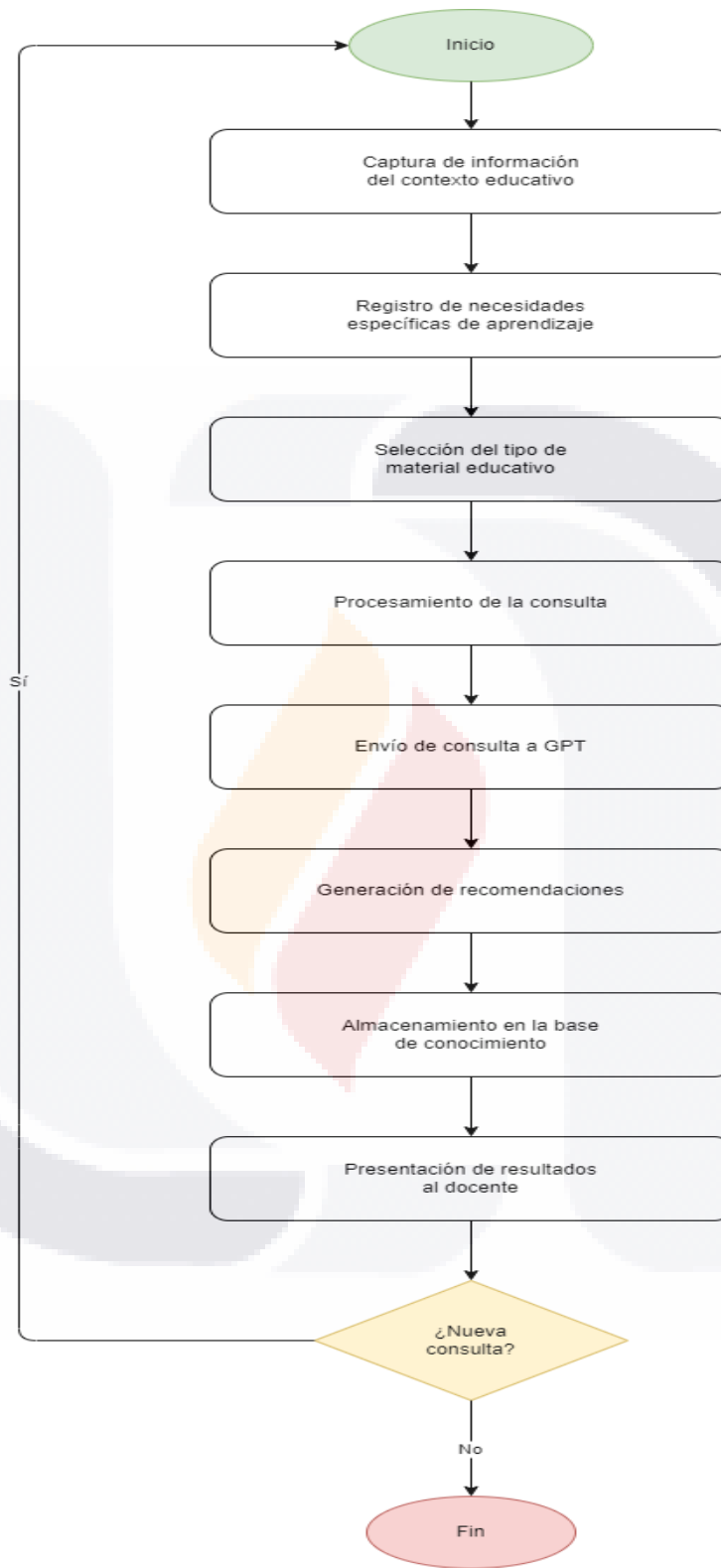


Figura 10 Flujo de recomendación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos

3.4 Implementación.

El prototipo se desarrolló utilizando tecnologías web fundamentales: HTML para la estructura de la interfaz, CSS para el diseño visual y JavaScript para la interacción con el usuario y el procesamiento de la información. Esta selección tecnológica permitió la creación de una herramienta accesible desde cualquier navegador web, lo que facilita su utilización sin necesidad de instalaciones adicionales.

La generación de recomendaciones se llevó a cabo mediante la integración con la API de GPT, que recibe la información recopilada por el sistema y produce sugerencias de materiales educativos pertinentes al contexto descrito. El sistema organiza los datos proporcionados por el docente, construye una consulta estructurada y la envía al modelo de Inteligencia Artificial Generativa para obtener una respuesta contextualizada.

Además, se integró una base de conocimiento para almacenar consultas, características de los estudiantes, tipos de materiales solicitados y recomendaciones generadas. Esta información permite mantener un historial de uso y respalda procesos posteriores de análisis mediante técnicas de minería de datos.

Durante la implementación se consideraron aspectos de usabilidad, organización visual y claridad en la presentación de resultados, con el objetivo de que el docente utilice la herramienta de manera intuitiva y comprenda fácilmente las recomendaciones generadas.

Las siguientes subsecciones describen las tecnologías empleadas, la integración con GPT, el desarrollo del prototipo y el proceso de gestión de la información propuesto para su implementación.

3.4.1 Tecnologías utilizadas.

El desarrollo del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos requirió la utilización de diversas tecnologías orientadas al desarrollo web y a la integración de servicios de Inteligencia Artificial Generativa.

La interfaz de usuario se desarrolló utilizando HTML, un lenguaje empleado para estructurar los elementos visuales de la aplicación. El diseño y la presentación gráfica se implementaron con CSS, lo que permitió construir una interfaz clara y organizada para la interacción del docente con el sistema.

JavaScript se empleó para gestionar la lógica de la aplicación, procesar la información proporcionada por el usuario y establecer la comunicación con los servicios externos requeridos para la generación de recomendaciones.

La generación de recomendaciones se llevó a cabo mediante la integración con la API de GPT, que proporciona capacidades de Inteligencia Artificial Generativa para analizar las consultas y sugerir materiales educativos acordes con las necesidades identificadas.

Además, se incorporó una base de conocimiento para almacenar información relacionada con las consultas y las recomendaciones generadas, lo que permite conservar un historial de uso y facilitar el análisis posterior de los datos.

La Tabla 4 muestra las principales tecnologías empleadas durante el desarrollo del sistema.

Tabla 4 Tecnologías Utilizadas.

Tecnología	Descripción
HTML5	Estructuración de la interfaz web
CSS3	Diseño visual y presentación gráfica
JavaScript	Lógica de la aplicación e interacción con el usuario
API GPT	Generación de recomendaciones mediante IA Generativa
Base de Datos	Almacenamiento de consultas y recomendaciones
Navegador Web	Ejecución y acceso al sistema

3.4.2 Integración con la API GPT.

La generación de recomendaciones dentro del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos se realizó mediante la integración con la API de GPT, un modelo de Inteligencia Artificial Generativa capaz de procesar instrucciones en lenguaje natural y generar respuestas contextualizadas. Esta integración constituye el componente principal encargado de analizar la información proporcionada por el docente y producir sugerencias de materiales educativos adaptadas a las necesidades específicas de aprendizaje.

El proceso comienza cuando el usuario ingresa información relevante sobre el contexto educativo, como el nivel académico, la asignatura, el tema de estudio y las características de los estudiantes. A continuación, el sistema organiza estos datos y elabora una consulta estructurada que envía a la API de GPT.

Una vez recibida la solicitud, el modelo procesa la información proporcionada y genera una respuesta que contiene recomendaciones de materiales educativos, tales como videos, lecturas, ejercicios prácticos, simuladores y otros recursos de apoyo. Las recomendaciones son devueltas al sistema en formato textual para su posterior procesamiento y presentación al usuario.

La integración fue implementada mediante solicitudes HTTP realizadas desde JavaScript, utilizando los mecanismos de autenticación proporcionados por la API. De esta forma, la aplicación puede establecer comunicación con el servicio de Inteligencia Artificial y obtener respuestas de manera dinámica durante la interacción con el usuario.

La utilización de GPT permite aprovechar capacidades avanzadas de comprensión y generación de lenguaje natural, facilitando la producción de recomendaciones contextualizadas y adaptadas a diferentes escenarios educativos. Asimismo, esta integración proporciona flexibilidad para incorporar nuevos criterios de recomendación sin requerir modificaciones significativas en la estructura general del sistema.

La Figura 3.7 muestra el proceso general de integración entre la aplicación web y la API de GPT utilizada para la generación de recomendaciones.

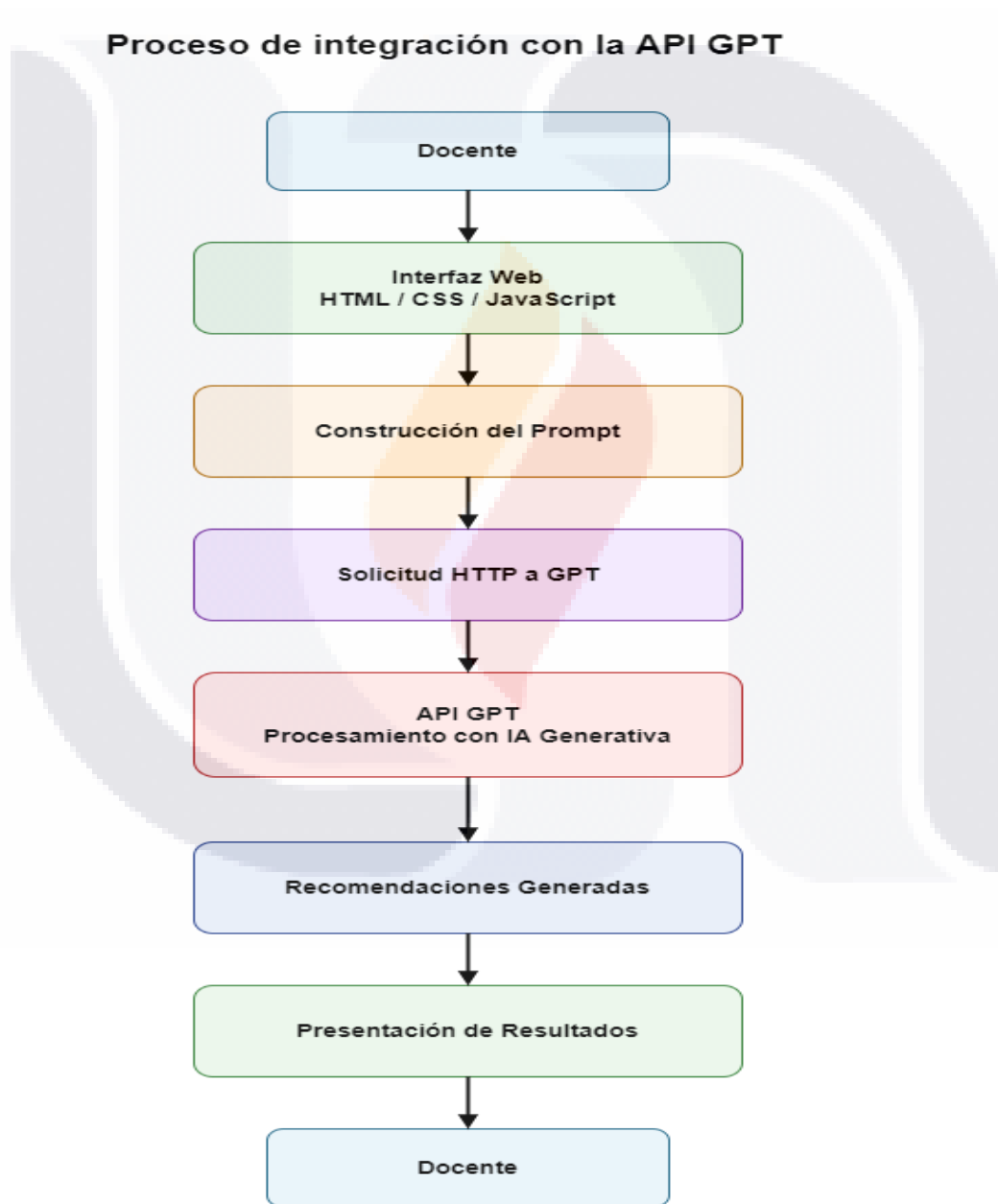


Figura 11 Proceso de integración con la API GPT para la generación de recomendaciones.

3.4.3 Desarrollo del prototipo.

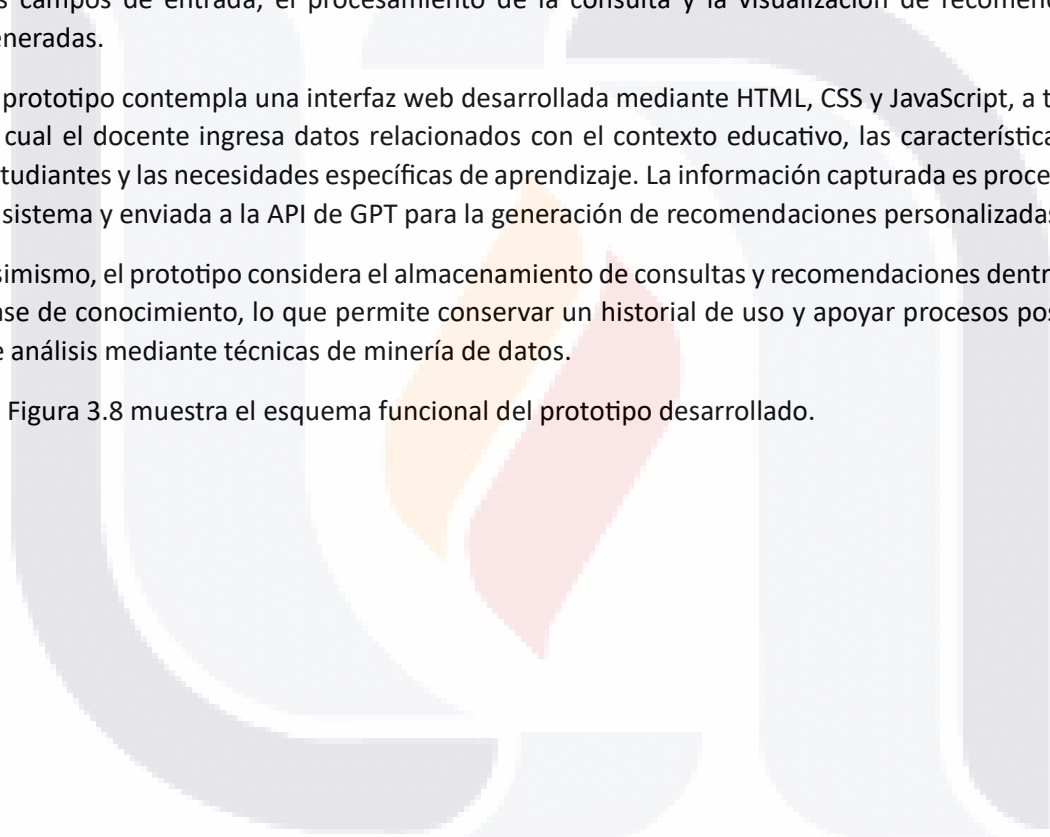
El desarrollo del prototipo tuvo como objetivo implementar una primera versión funcional del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. Esta versión permite representar el funcionamiento general de la herramienta, desde la captura de información proporcionada por el docente hasta la generación de recomendaciones mediante Inteligencia Artificial Generativa.

Debido a que la interfaz visual del sistema se encuentra en proceso de refinamiento, en esta etapa se presenta un esquema funcional del prototipo que describe los principales elementos que conforman la herramienta. Este esquema permite identificar la estructura general de interacción, los campos de entrada, el procesamiento de la consulta y la visualización de recomendaciones generadas.

El prototipo contempla una interfaz web desarrollada mediante HTML, CSS y JavaScript, a través de la cual el docente ingresa datos relacionados con el contexto educativo, las características de los estudiantes y las necesidades específicas de aprendizaje. La información capturada es procesada por el sistema y enviada a la API de GPT para la generación de recomendaciones personalizadas.

Asimismo, el prototipo considera el almacenamiento de consultas y recomendaciones dentro de una base de conocimiento, lo que permite conservar un historial de uso y apoyar procesos posteriores de análisis mediante técnicas de minería de datos.

La Figura 3.8 muestra el esquema funcional del prototipo desarrollado.



Esquema funcional del prototipo

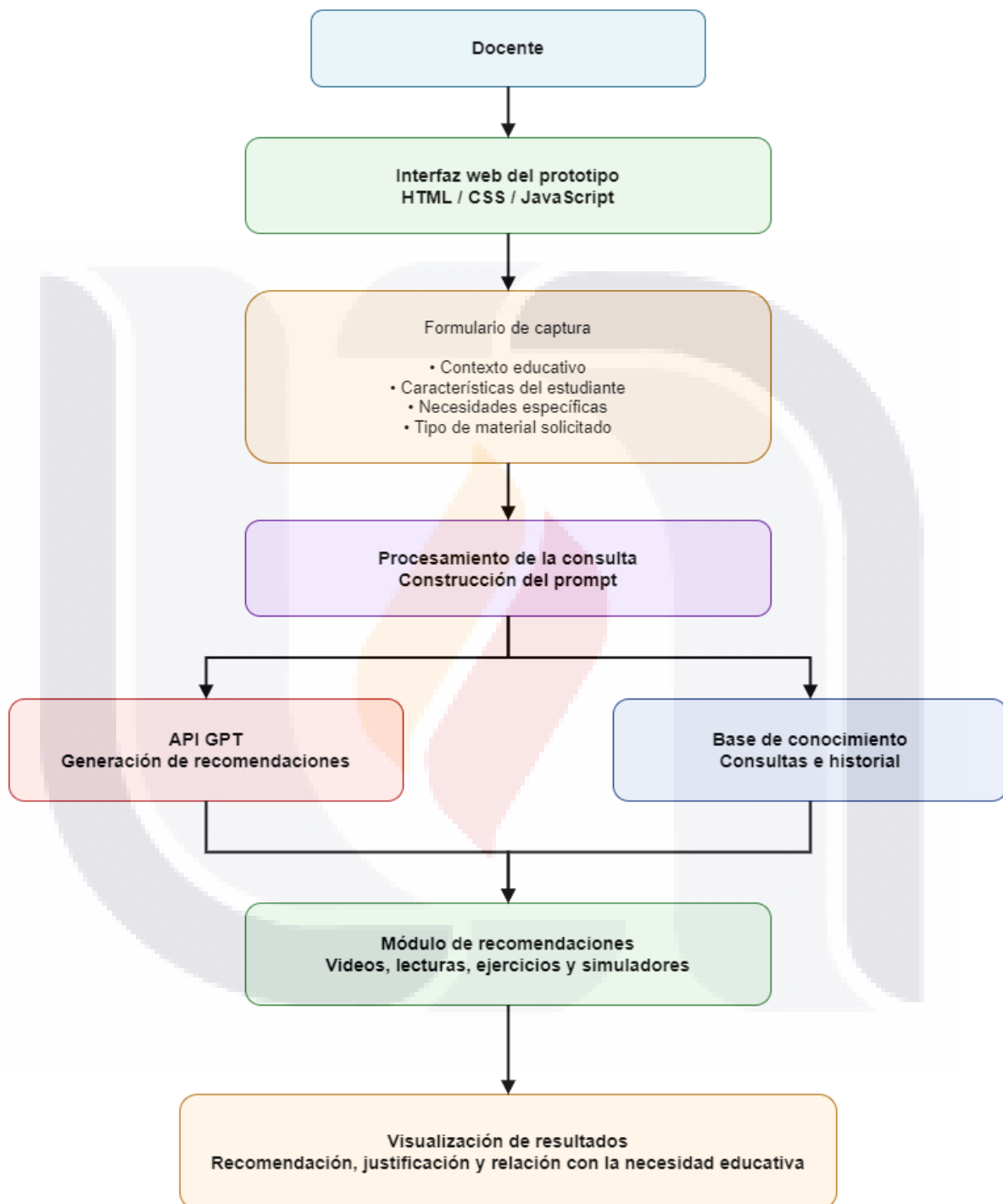


Figura 12 Esquema funcional del prototipo del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.

3.4.4 Minería de datos y gestión de recursos educativos.

La minería de datos constituye un componente complementario dentro del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos, ya que permite organizar, almacenar y analizar la información generada durante la interacción de los usuarios con la herramienta. Su incorporación tiene como propósito aprovechar los datos obtenidos para identificar patrones de uso, tendencias y características relacionadas con las recomendaciones producidas por el sistema.

Durante el funcionamiento del prototipo, la información capturada a través de las consultas realizadas por los docentes es almacenada dentro de una base de conocimiento. Estos registros incluyen datos relacionados con el contexto educativo, las características de los estudiantes, los tipos de materiales solicitados y las recomendaciones generadas por la API de GPT.

La gestión de estos datos permite conservar un historial de consultas que puede ser utilizado posteriormente para realizar análisis descriptivos y detectar patrones asociados a las necesidades educativas más frecuentes. Asimismo, esta información facilita la identificación de los tipos de recursos educativos que presentan una mayor recurrencia dentro de las recomendaciones generadas por el sistema.

La aplicación de técnicas de minería de datos también permite obtener información útil para futuras mejoras de la herramienta, tales como la identificación de perfiles de consulta, la clasificación de recursos educativos y el análisis de preferencias relacionadas con determinados contextos de aprendizaje. Estos resultados pueden contribuir al fortalecimiento del proceso de recomendación y a la incorporación de nuevas estrategias de personalización en versiones posteriores del sistema.

Por otra parte, la gestión de recursos educativos contempla la organización de los materiales sugeridos por la Inteligencia Artificial en diferentes categorías, entre las que se incluyen videos educativos, lecturas complementarias, ejercicios prácticos, simuladores interactivos y otros recursos digitales de apoyo. Esta clasificación facilita la consulta de las recomendaciones y favorece la selección de materiales adecuados para diferentes escenarios de enseñanza.

La Figura 3.9 muestra el proceso general de minería de datos y gestión de recursos educativos considerado dentro del sistema propuesto.

Proceso de minería de datos y gestión de recursos educativos

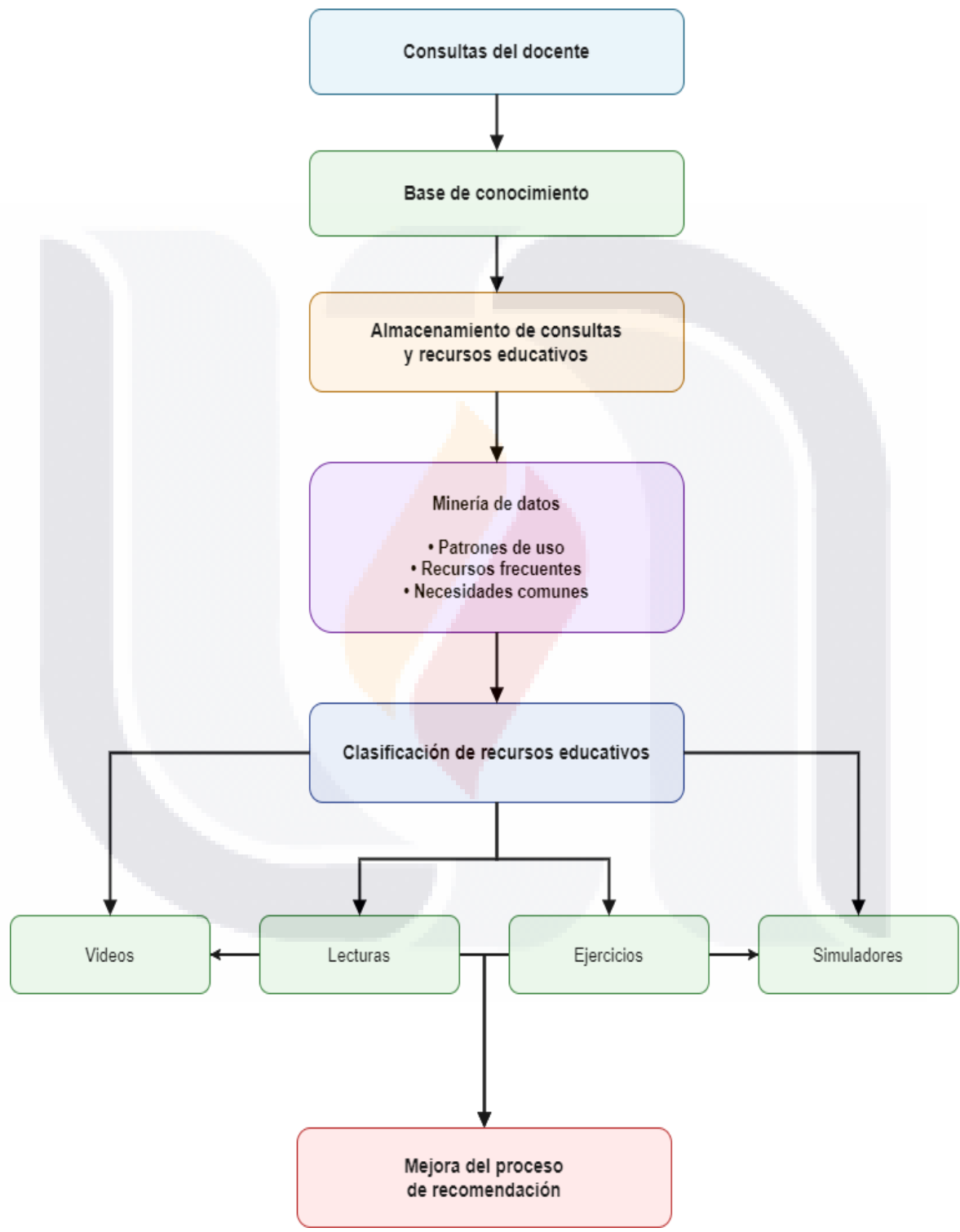


Figura 13 Proceso de minería de datos y gestión de recursos educativos

3.5 Funcionamiento del Sistema.

El funcionamiento del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos se basa en la interacción entre el docente, la interfaz web, la base de conocimiento y la API GPT. El proceso inicia con la captura de información relacionada con el contexto educativo y las necesidades específicas de aprendizaje, para posteriormente generar recomendaciones personalizadas de recursos educativos accesibles.

La operación general del sistema puede observarse en las Figuras 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8, las cuales describen la interacción entre los diferentes componentes y el flujo de procesamiento de la información.

3.5.1 Captura de información del docente.

El docente proporciona información relacionada con el contexto educativo mediante la interfaz web del sistema. Entre los datos solicitados se encuentran el nivel educativo, la asignatura, el tema de estudio y las necesidades específicas de aprendizaje identificadas en los estudiantes. Asimismo, el usuario puede seleccionar el tipo de material educativo que desea obtener, como videos, lecturas, ejercicios o simuladores.

La información capturada constituye la entrada principal del sistema y permite contextualizar el proceso de recomendación.

3.5.2 Procesamiento de la consulta.

Una vez capturados los datos, el sistema realiza un proceso de validación y estructuración de la información. Los datos proporcionados por el docente son organizados en un formato adecuado para construir una consulta que pueda ser interpretada por el modelo de inteligencia artificial.

Durante esta etapa se integran elementos del contexto educativo, características de los estudiantes y criterios de accesibilidad, con el objetivo de generar recomendaciones pertinentes y alineadas con las necesidades identificadas.

3.5.3 Generación de recomendaciones.

Posteriormente, la consulta estructurada es enviada a la API GPT mediante una solicitud HTTP. El modelo de inteligencia artificial analiza la información recibida y genera recomendaciones personalizadas de materiales educativos.

Las recomendaciones pueden incluir diferentes tipos de recursos, tales como videos, lecturas, ejercicios o simuladores, acompañados de una justificación que explique su relación con las necesidades de aprendizaje planteadas por el docente.

Adicionalmente, la información generada puede ser almacenada dentro de la base de conocimiento para apoyar procesos posteriores de minería de datos y mejora continua del sistema.

3.5.4 Presentación de resultados.

Finalmente, las recomendaciones generadas son presentadas al docente mediante la interfaz web del sistema. Los resultados se muestran de forma organizada y comprensible, permitiendo identificar fácilmente los recursos sugeridos y la justificación de cada recomendación.

Esta etapa constituye la salida principal del sistema y proporciona al docente información que puede ser utilizada para apoyar la planificación de actividades educativas inclusivas y adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes.

3.6 Validación de la Propuesta.

La validación de la propuesta se realizó mediante la definición de escenarios y casos de prueba orientados a verificar el funcionamiento del prototipo en un contexto universitario, específicamente en asignaturas relacionadas con programación y desarrollo de software.

El propósito de esta validación fue comprobar que el Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos permite capturar información proporcionada por el docente, procesar la consulta, generar recomendaciones mediante la API GPT y presentar resultados pertinentes para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.6.1 Escenarios de prueba.

Los escenarios de prueba se diseñaron a partir de situaciones académicas representativas en materias de programación. Cada escenario considera una necesidad educativa específica y permite evaluar la capacidad del sistema para generar recomendaciones acordes al contexto planteado.

Recomendación de recursos para Desarrollo Web

Un docente de la asignatura Tecnologías y Aplicaciones en Internet requiere materiales educativos para reforzar el aprendizaje de HTML, CSS y JavaScript en estudiantes que presentan dificultades para desarrollar interfaces web dinámicas y responsivas.

Datos de entrada:

- Nivel educativo: Licenciatura.
- Asignatura: Tecnologías y Aplicaciones en Internet.
- Tema: Desarrollo Frontend con HTML, CSS y JavaScript.
- Necesidad específica: Fortalecer habilidades prácticas en la construcción de interfaces web.
- Tipo de material: Videos, ejercicios y documentación técnica.

Resultado esperado:

El sistema debe generar recomendaciones de recursos educativos relacionados con el desarrollo web frontend, incluyendo tutoriales, ejemplos prácticos, ejercicios guiados y documentación especializada.

Resultado obtenido:

El sistema generó recomendaciones de videos educativos, ejercicios prácticos de maquetación web, ejemplos de código y recursos de documentación técnica orientados al desarrollo de interfaces web responsivas. Los materiales sugeridos fueron pertinentes al tema consultado y adecuados para el nivel educativo seleccionado.

3.6.2 Casos de prueba.

Los casos de prueba permitieron verificar de manera específica los componentes principales del prototipo, desde la captura de información hasta la presentación de resultados.

Tabla 5 Casos de prueba del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos

Caso de prueba	Objetivo	Entrada	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
CP-01 Captura de información	Verificar el registro de datos del contexto educativo	Nivel educativo, asignatura, tema y necesidad específica	El sistema almacena correctamente la información ingresada	La información fue capturada y procesada sin errores	Aprobado
CP-02 Generación de consulta	Verificar la construcción de la consulta para GPT	Datos proporcionados por el docente	El sistema genera una consulta estructurada para la API GPT	La consulta fue generada correctamente y enviada al modelo	Aprobado
CP-03 Generación de recomendaciones	Verificar la obtención de recursos educativos	Solicitud de materiales para Desarrollo Web	El sistema genera recomendaciones acordes al tema consultado	Se obtuvieron videos, ejercicios y documentación técnica pertinente	Aprobado
CP-04 Presentación de resultados	Verificar la visualización de recomendaciones	Respuesta generada por GPT	El sistema muestra las recomendaciones de forma organizada	Los resultados fueron presentados correctamente al usuario	Aprobado
CP-05 Consulta de historial	Verificar el almacenamiento de consultas realizadas	Consulta previamente ejecutada	El sistema registra la información para consulta posterior	El historial almacenó correctamente la consulta y recomendaciones	Aprobado
CP-06 Nueva consulta	Verificar la reutilización del sistema con nuevos datos	Modificación de tema o necesidad educativa	El sistema permite generar una nueva recomendación	La nueva consulta fue procesada correctamente	Aprobado

Los resultados obtenidos durante la validación indican que el prototipo cumple satisfactoriamente con los requerimientos funcionales definidos para la propuesta. Los escenarios y casos de prueba ejecutados permitieron comprobar la correcta captura de información, el procesamiento de consultas, la integración con la API GPT, la generación de recomendaciones y la presentación de resultados al usuario.

Particularmente, las pruebas realizadas en asignaturas universitarias relacionadas con programación y desarrollo web evidenciaron que las recomendaciones generadas fueron

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pertinentes al contexto educativo planteado y proporcionaron recursos útiles para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, se verificó el correcto almacenamiento de consultas y recomendaciones dentro de la base de conocimiento, permitiendo conservar información para futuros procesos de análisis y mejora del sistema.

Los resultados permiten considerar que la propuesta es viable como herramienta de apoyo para la selección de materiales educativos y una base sólida para futuras mejoras que incrementen la personalización, accesibilidad e inclusión en los entornos educativos digitales.

Capítulo 4

Resultados y Evaluación.

Tras haber descrito la propuesta, el diseño y la implementación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos en el capítulo precedente, este capítulo expone los resultados alcanzados durante las pruebas y la evaluación del prototipo desarrollado.

Se examinan los escenarios y casos de prueba llevados a cabo en un contexto universitario, así como la valoración realizada por docentes y estudiantes respecto a la pertinencia de las recomendaciones generadas. Por último, se presentan los principales hallazgos, beneficios y limitaciones detectados durante la evaluación de la herramienta..

4.1 Introducción.

Este capítulo muestra los resultados de la implementación y evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos. El objetivo fue analizar cómo funciona el prototipo y si ayuda a elegir materiales educativos usando Inteligencia Artificial Generativa.

La evaluación se realizó mediante escenarios y casos de prueba diseñados en un contexto universitario, especialmente en asignaturas de programación y desarrollo de software. Estas pruebas permitieron verificar el funcionamiento de los principales componentes del sistema: la captura de información, el procesamiento de consultas, la generación de recomendaciones y la presentación de resultados.

Se consideró la opinión de docentes y estudiantes que participaron en las pruebas para obtener una valoración inicial sobre la utilidad de las recomendaciones generadas y su posible aplicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los resultados presentados en este capítulo permiten identificar los alcances actuales de la propuesta, así como las áreas de oportunidad para futuras mejoras del sistema.

4.1.1 Participantes de la evaluación.

La evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos se realizó en un contexto universitario, considerando la participación de estudiantes y docentes pertenecientes a dos instituciones de educación superior del estado de Aguascalientes.

En la asignatura Tecnologías y Aplicaciones en Internet, correspondiente al grupo 8°C de la Universidad Politécnica de Aguascalientes (UPA), participaron 30 estudiantes de nivel licenciatura. Asimismo, en la asignatura Lógica de Programación participaron 25 estudiantes de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Campus Sur.

Adicionalmente, se realizaron pruebas complementarias en la asignatura Programación Orientada a Objetos con la participación de dos estudiantes becarios del grupo 5°A de la Universidad Politécnica de Aguascalientes, con el propósito de evaluar el comportamiento del sistema en contenidos relacionados con clases, objetos, encapsulación, herencia y polimorfismo.

La valoración de los resultados obtenidos fue realizada por dos docentes universitarios: el autor de la investigación y el Mtro. Andhy Quezada, quienes analizaron la pertinencia, utilidad y aplicabilidad de las recomendaciones generadas por el sistema en los diferentes escenarios de prueba.

En total, la evaluación consideró la participación de 57 estudiantes y 2 docentes, proporcionando una validación inicial de la propuesta en entornos educativos reales y pertenecientes a distintas instituciones de educación superior. En total, la evaluación consideró la participación de 57 estudiantes y 2 docentes, proporcionando una validación inicial de la propuesta en entornos educativos reales y pertenecientes a diferentes instituciones de educación superior.

Tabla 6 Participantes de la evaluación del sistema.

Participantes	Institución	Cantidad
Estudiantes de Tecnologías y Aplicaciones en Internet (8°C)	Universidad Politécnica de Aguascalientes	30
Estudiantes de Lógica de Programación	Universidad Autónoma de Aguascalientes (Campus Sur)	25
Estudiantes de Programación Orientada a Objetos (5°A)	Universidad Politécnica de Aguascalientes	2
Docentes evaluadores	UPA y UAA	2
Total	—	59

Con el propósito de visualizar la distribución de los participantes considerados durante la evaluación del sistema, la Figura 4.1 presenta la cantidad de estudiantes y docentes involucrados en los distintos escenarios de prueba desarrollados durante la investigación.

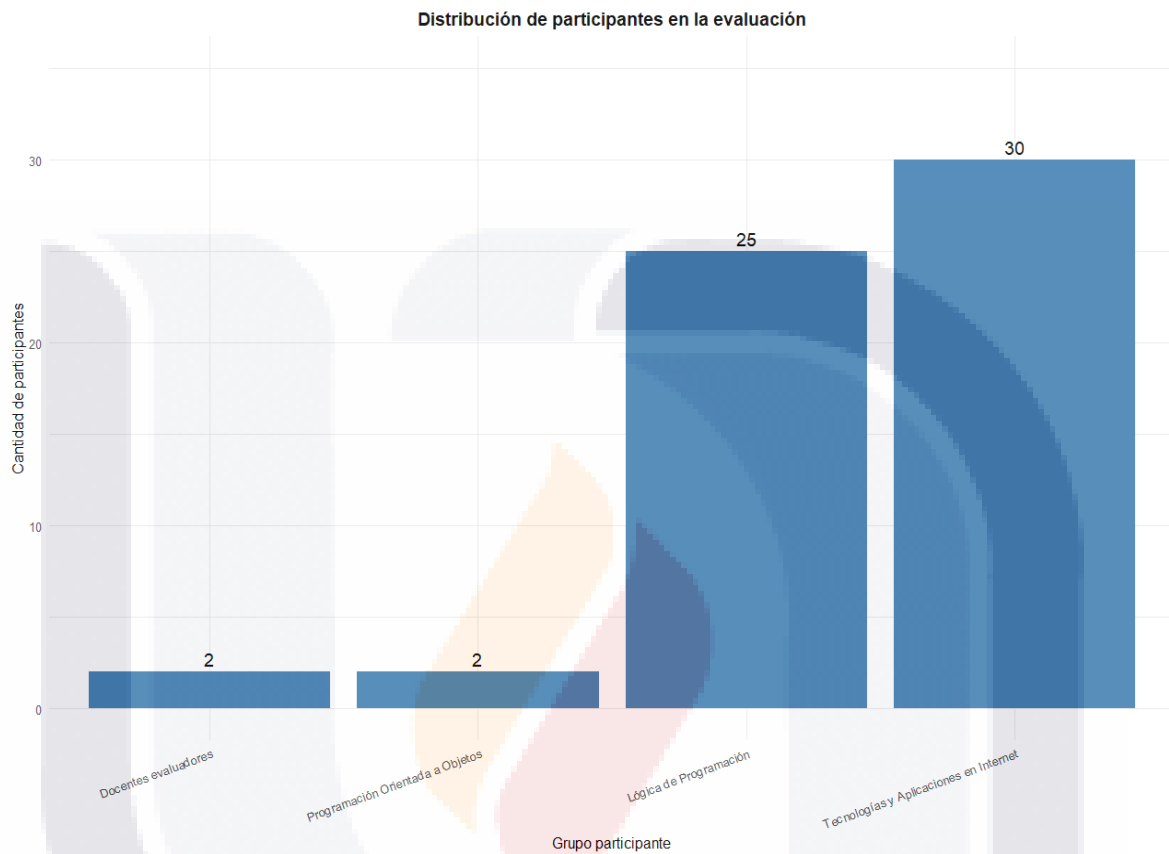


Figura 14 Distribución de participantes en la evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos..

4.2 Resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos durante la evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos se derivan de la ejecución de tres escenarios de prueba aplicados en asignaturas universitarias relacionadas con programación y desarrollo de software. El propósito de estas pruebas fue verificar la capacidad del sistema para generar recomendaciones pertinentes a partir de diferentes contextos educativos y necesidades de aprendizaje.

Las pruebas fueron desarrolladas en las asignaturas Lógica de Programación, Tecnologías y Aplicaciones en Internet y Programación Orientada a Objetos. En cada caso, se proporcionó

al sistema información relacionada con el nivel educativo, la temática de estudio y las necesidades específicas de los estudiantes. Posteriormente, se analizaron las recomendaciones generadas por la herramienta y su utilidad potencial dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados muestran que el sistema fue capaz de generar recomendaciones contextualizadas para los distintos escenarios evaluados, proporcionando materiales educativos acordes con los temas consultados y las necesidades planteadas por los docentes. Asimismo, se observó que las recomendaciones incluyeron diferentes tipos de recursos, tales como videos educativos, ejercicios prácticos, lecturas complementarias y materiales de apoyo, lo que permitió ofrecer alternativas de aprendizaje adaptadas a distintos contextos académicos.

La evaluación realizada por docentes y estudiantes evidenció una percepción favorable respecto a la pertinencia de los recursos sugeridos y su posible aplicación dentro de las actividades de enseñanza. De manera general, los participantes consideraron que las recomendaciones generadas podrían contribuir a complementar el aprendizaje de contenidos relacionados con programación y desarrollo de software, además de facilitar la identificación de materiales educativos relevantes para cada temática.

La Tabla 4.2 presenta un resumen de los escenarios de prueba ejecutados durante la evaluación y los principales resultados obtenidos en cada uno de ellos.

Tabla 7 Escenarios de prueba ejecutados durante la evaluación.

Escenario	Asignatura	Institución	Participantes	Necesidad identificada	Resultado obtenido
E1	Lógica de Programación	Universidad Autónoma de Aguascalientes (Campus Sur)	25	Reforzar la comprensión de algoritmos, diagramas de flujo y pseudocódigo	El sistema generó recomendaciones de videos, ejercicios prácticos y ejemplos guiados relacionados con lógica de programación
E2	Tecnologías y Aplicaciones en Internet	Universidad Politécnica de Aguascalientes	30	Fortalecer habilidades en HTML, CSS y JavaScript para el desarrollo de interfaces web	El sistema recomendó tutoriales, documentación técnica, ejercicios de maquetación y ejemplos de código
E3	Programación Orientada a Objetos	Universidad Politécnica de Aguascalientes	2	Apoyar la comprensión de clases, objetos, encapsulación, herencia y polimorfismo	El sistema generó materiales relacionados con programación orientada a objetos, ejercicios prácticos y recursos complementarios

4.2.1 Resultados del escenario de prueba: Lógica de Programación.

El primer escenario de prueba se desarrolló en la asignatura de Lógica de Programación, donde se evaluó la capacidad del sistema para recomendar materiales educativos

orientados al fortalecimiento de habilidades relacionadas con el análisis de problemas, algoritmos y estructuras de control básicas.

Para esta prueba se proporcionó información correspondiente a estudiantes de nivel licenciatura que presentaban dificultades para comprender conceptos fundamentales de programación, particularmente en temas relacionados con diagramas de flujo, pseudocódigo y resolución de problemas computacionales.

A partir de la información ingresada, el sistema generó recomendaciones de materiales educativos que incluyeron videos explicativos, ejercicios prácticos, ejemplos resueltos y recursos de apoyo para el aprendizaje de la lógica de programación. Las recomendaciones recibidas se ajustaron a los temas solicitados y proporcionaron alternativas para complementar las actividades de enseñanza.

La evaluación realizada por el docente y los estudiantes participantes indicó que los recursos sugeridos resultaron pertinentes para reforzar los contenidos de la asignatura y facilitar la comprensión de los conceptos básicos de programación.

4.2.2 Resultados del escenario de prueba: Tecnologías y Aplicaciones en Internet.

El segundo escenario de prueba se aplicó en la asignatura Tecnologías y Aplicaciones en Internet. Su finalidad fue comprobar la capacidad del sistema para sugerir recursos educativos vinculados con el desarrollo web mediante tecnologías como HTML, CSS y JavaScript.

En este escenario se estableció la necesidad de reforzar las habilidades prácticas de los estudiantes en la construcción de interfaces web dinámicas y responsivas. Al sistema se le suministró información relativa al contexto educativo y a los requerimientos de aprendizaje específicos señalados por el docente.

El sistema produjo recomendaciones que abarcaron tutoriales en video, ejercicios de maquetación web, ejemplos de código y documentación técnica especializada. Los materiales propuestos guardaron correspondencia con los contenidos de la asignatura y complementaron las actividades prácticas realizadas a lo largo del curso.

La valoración efectuada por los participantes evidenció que las recomendaciones obtenidas resultaron relevantes para el tema consultado y aportaron alternativas útiles para afianzar el aprendizaje de tecnologías web frontend

4.2.3 Resultados del escenario de prueba: Programación Orientada a Objetos

El tercer escenario de prueba se desarrolló en la asignatura Programación Orientada a Objetos, con el propósito de valorar la capacidad del sistema para generar

recomendaciones pertinentes a los conceptos fundamentales de este paradigma de programación.

La prueba contó con la participación de estudiantes que enfrentaban dificultades para asimilar temas como clases, objetos, encapsulación, herencia y polimorfismo. A partir de la información facilitada por el docente, el sistema procesó la consulta y elaboró recomendaciones orientadas a reforzar dichos contenidos.

Entre los recursos propuestos figuraron videos educativos, ejemplos prácticos de implementación, ejercicios de programación y material complementario centrado en la aplicación de los principios de la Programación Orientada a Objetos. Las recomendaciones generadas mostraron congruencia con los objetivos de aprendizaje definidos para la asignatura.

Los resultados obtenidos hicieron posible apreciar que el sistema logró ajustar las recomendaciones al contexto planteado, ofreciendo materiales pertinentes para apoyar la comprensión de conceptos abstractos e impulsar el desarrollo de competencias asociadas al diseño y la construcción de software orientado a objetos.

Junto con los escenarios de prueba, se ejecutaron casos de prueba dirigidos a verificar el funcionamiento de los componentes principales del sistema. Estas pruebas permitieron constatar la correcta captura de información, el procesamiento de consultas, la comunicación con la API GPT y la generación de recomendaciones educativas

La Tabla 4.3 presenta un resumen de los casos de prueba ejecutados y los resultados obtenidos.

Tabla 8 Resultados de casos de prueba ejecutados durante la evaluación.

Caso de prueba	Funcionalidad evaluada	Resultado esperado	Resultado obtenido	Estado
CP-01	Captura de información	Registrar correctamente los datos proporcionados por el docente	La información fue almacenada y procesada correctamente	Aprobado
CP-02	Procesamiento de la consulta	Generar una consulta estructurada para el modelo GPT	La consulta fue construida correctamente	Aprobado
CP-03	Comunicación con la API GPT	Enviar la consulta y recibir una respuesta válida	La respuesta fue recibida satisfactoriamente	Aprobado
CP-04	Generación de recomendaciones	Proporcionar materiales acordes con el contexto educativo	Las recomendaciones fueron pertinentes al tema consultado	Aprobado
CP-05	Presentación de resultados	Mostrar las recomendaciones al usuario de forma organizada	Los resultados fueron visualizados correctamente	Aprobado
CP-06	Nueva consulta	Permitir la generación de nuevas recomendaciones	El sistema procesó correctamente nuevas solicitudes	Aprobado

4.2.4 Caso de estudio.

Con el propósito de ejemplificar la aplicación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos, se desarrolló un caso de estudio en la asignatura Tecnologías y Aplicaciones en Internet, impartida en la Universidad Politécnica de Aguascalientes.

El escenario seleccionado estuvo conformado por un grupo de 30 estudiantes de nivel licenciatura que presentaban dificultades para fortalecer competencias relacionadas con el desarrollo frontend mediante HTML, CSS y JavaScript. Para ello, el docente proporcionó al sistema información correspondiente al nivel educativo, asignatura, temática de estudio y necesidad específica de aprendizaje.

A partir de estos datos, el sistema procesó la consulta y generó recomendaciones de materiales educativos orientados al desarrollo web, incluyendo videos educativos, documentación técnica, ejercicios prácticos y ejemplos de código.

4.3 Evaluación del sistema.

La evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos tuvo como objetivo analizar la utilidad y pertinencia de las recomendaciones generadas durante las pruebas. Para este análisis, participaron docentes y estudiantes de los escenarios de evaluación previamente descritos.

La utilidad de los recursos sugeridos para el aprendizaje y la facilidad de uso percibida al interactuar con el sistema. Los resultados ofrecen una valoración inicial sobre el potencial de la herramienta como apoyo en la enseñanza y el aprendizaje en asignaturas de programación y desarrollo de software.

4.3.1 Evaluación por docentes.

La evaluación llevada a cabo por los docentes tuvo como propósito determinar la pertinencia de las recomendaciones generadas por el sistema respecto a los temas tratados en las asignaturas evaluadas, se analizó la utilidad de los recursos sugeridos para complementar las actividades académicas y respaldar la atención de necesidades específicas de aprendizaje.

De manera general, los docentes participantes indicaron que las recomendaciones obtenidas mantuvieron una correspondencia adecuada con los temas consultados y brindaron alternativas útiles para reforzar contenidos relacionados con Lógica de Programación, Tecnologías y Aplicaciones en Internet y Programación Orientada a Objetos. Entre los aspectos mejor valorados sobresalieron la variedad de recursos

recomendados y la capacidad del sistema para producir sugerencias contextualizadas a partir de la información suministrada.

Los resultados alcanzados pusieron de manifiesto que la herramienta puede fungir como apoyo en la búsqueda y selección de materiales educativos, al disminuir el tiempo necesario para localizar recursos pertinentes y facilitar la planificación de actividades de enseñanza más ajustadas a las necesidades de los estudiantes.

4.3.2 Evaluación por estudiantes

La evaluación de los estudiantes tuvo como finalidad conocer su percepción acerca de la utilidad de los materiales recomendados por el sistema y su contribución al aprendizaje. Los participantes revisaron los recursos sugeridos en los escenarios de prueba y valoraron su relevancia y aplicabilidad en las asignaturas correspondientes.

En términos generales, los estudiantes señalaron que los materiales recomendados favorecieron la comprensión de conceptos de programación y desarrollo de software, particularmente cuando se presentaron como ejemplos prácticos, ejercicios guiados o recursos audiovisuales. Igualmente, resaltaron que la diversidad de formatos proporcionó alternativas de aprendizaje ajustadas a sus preferencias y necesidades.

Los resultados apuntan a que el empleo de herramientas basadas en Inteligencia Artificial Generativa puede optimizar el acceso a recursos educativos relevantes e impulsar experiencias de aprendizaje más personalizadas. No obstante, los participantes subrayaron la necesidad de complementar estas recomendaciones con la orientación y supervisión docente, a fin de garantizar su adecuada integración en el proceso educativo

4.4 Análisis de resultados.

Las pruebas realizadas evidenciaron que el sistema fue capaz de procesar información proporcionada por los docentes y generar recomendaciones acordes con diferentes contextos educativos. Asimismo, la participación de docentes y estudiantes permitió obtener una valoración inicial sobre la utilidad de los materiales sugeridos y su posible aplicación dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A partir de los resultados observados, se identificaron aspectos relacionados con el cumplimiento de los objetivos planteados, los beneficios potenciales de la herramienta y las limitaciones presentes en la versión actual del prototipo.

4.4.1 Cumplimiento de los objetivos de la propuesta.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la propuesta desarrollada cumple con el objetivo general de implementar un sistema recomendador inclusivo para materiales educativos utilizando Inteligencia Artificial Generativa. Durante las pruebas realizadas, el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

sistema fue capaz de recibir información relacionada con el contexto educativo, procesar las necesidades planteadas por el docente y generar recomendaciones de recursos educativos acordes con los temas consultados.

De manera particular, se observó que las recomendaciones producidas por la herramienta se adaptaron a diferentes asignaturas universitarias, incluyendo Lógica de Programación, Tecnologías y Aplicaciones en Internet y Programación Orientada a Objetos. Esto demuestra la capacidad del sistema para utilizar información contextual y producir sugerencias relacionadas con distintos contenidos académicos.

4.4.2 Beneficios observados.

Durante la evaluación del prototipo se reconocieron diversos beneficios del sistema. Sobresale su capacidad para generar recomendaciones contextualizadas a partir de la información aportada por el docente, lo que permitió obtener recursos directamente vinculados con las necesidades de cada escenario de prueba.

Del mismo modo, se advirtió la variedad de materiales sugeridos. La herramienta propuso recursos audiovisuales, documentación técnica, ejercicios prácticos y materiales complementarios, brindando distintas alternativas para apoyar el aprendizaje de los estudiantes.

Tanto docentes como estudiantes estimaron que las recomendaciones generadas podrían ayudar a disminuir el tiempo destinado a la búsqueda de recursos educativos y a facilitar la localización de materiales pertinentes para reforzar contenidos específicos. Este rasgo constituye una oportunidad para optimizar los procesos de planificación académica y propiciar experiencias de aprendizaje más personalizadas.

4.4.3 Limitaciones identificadas.

Finalmente, aunque las recomendaciones obtenidas fueron consideradas pertinentes por los participantes, estas deben entenderse como un apoyo para la toma de decisiones docentes y no como un sustituto del criterio pedagógico del profesor, quien continúa siendo responsable de seleccionar y adaptar los recursos más adecuados para cada contexto educativo.

Capítulo 5

Discusión.

Tras presentar los resultados de la evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos, este capítulo los examina e interpreta. Después los contrasta con los objetivos de la investigación y con estudios previos de la literatura.

El análisis deja ver las principales aportaciones de la propuesta y dónde se sitúa dentro de la Inteligencia Artificial aplicada a la educación, en particular entre los sistemas recomendadores orientados a la inclusión.

Los resultados permiten valorar qué tan viable es usar Inteligencia Artificial Generativa para apoyar la selección de recursos educativos en el ámbito universitario. Al poner el prototipo en marcha, las pruebas mostraron que el sistema genera recomendaciones contextualizadas a partir de lo que describe el docente, lo que facilita identificar materiales útiles para la enseñanza

A diferencia de los sistemas recomendadores convencionales, que se apoyan únicamente en reglas predefinidas o en mecanismos de filtrado, la incorporación de modelos GPT permite la generación de recomendaciones dinámicas y ajustadas a diversos escenarios educativos. Este rasgo representa una ventaja considerable al atender la diversidad de necesidades presentes en los entornos de aprendizaje actuales.

La diferencia con los recomendadores convencionales está ahí: mientras estos se apoyan solo en reglas predefinidas o en filtrado, el modelo GPT produce recomendaciones dinámicas y ajustadas a cada escenario. Esa flexibilidad es una ventaja real para atender la variedad de necesidades que conviven hoy en el aula

.

Capítulo 6

Discusión de Objetivos.

Tras el análisis de los resultados obtenidos y de las aportaciones de la propuesta, en este capítulo se valora el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados para la investigación. Con este fin, se lleva a cabo una revisión del objetivo general y de cada uno de los objetivos específicos, tomando en cuenta las actividades realizadas y los resultados conseguidos a lo largo del proceso de diseño, implementación y evaluación del sistema

Este análisis permite determinar el alcance de la investigación y enriquecer la contribución de la propuesta al desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial para las recomendaciones de materiales educativos.

6.1 Cumplimiento del objetivo general.

El objetivo general de esta investigación consistió en desarrollar un Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos basado en Inteligencia Artificial Generativa que apoyara a los docentes en la selección de recursos educativos acordes con las necesidades de los estudiantes. A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo y evaluación del prototipo, se considera que este objetivo fue alcanzado satisfactoriamente.

La herramienta desarrollada permitió capturar información relacionada con el contexto educativo, procesar consultas mediante la API GPT y generar recomendaciones de materiales educativos adaptadas a diferentes escenarios académicos. Las pruebas realizadas evidenciaron la viabilidad de utilizar modelos de lenguaje de gran escala para apoyar procesos de recomendación dentro del ámbito educativo.

6.2 Cumplimiento de los objetivos específicos.

El primer objetivo específico, relacionado con el análisis del estado del arte sobre sistemas recomendadores, Inteligencia Artificial y educación inclusiva, fue cumplido mediante la revisión de literatura especializada y trabajos de investigación recientes que sirvieron como fundamento para la propuesta.

El segundo objetivo específico, orientado al diseño de la arquitectura y los componentes del sistema, fue alcanzado mediante la definición de los requerimientos, la arquitectura general, la base de conocimiento y el flujo de recomendación de la herramienta.

El tercer objetivo específico, correspondiente al desarrollo del prototipo, fue cumplido mediante la implementación de una aplicación web capaz de interactuar con la API GPT y generar recomendaciones de materiales educativos en función de las necesidades descritas por los docentes.

Finalmente, el cuarto objetivo específico, relacionado con la evaluación de la propuesta, fue alcanzado mediante la ejecución de escenarios y casos de prueba aplicados en asignaturas universitarias relacionadas con programación y desarrollo de software, permitiendo verificar el funcionamiento general del sistema y analizar la pertinencia de las recomendaciones generadas.

6.3 Respuesta a las preguntas de investigación.

A partir del desarrollo, implementación y evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos, fue posible dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas al inicio del estudio.

Pregunta General.

- **¿Cómo puede un sistema recomendador inclusivo basado en Inteligencia Artificial Generativa apoyar a los docentes en la selección de materiales educativos adecuados para estudiantes con características y necesidades diversas?**

Los resultados obtenidos muestran que un sistema recomendador basado en Inteligencia Artificial Generativa puede apoyar a los docentes mediante la generación de recomendaciones personalizadas de materiales educativos, considerando características específicas del contexto de aprendizaje y las necesidades identificadas por el profesor. Esto facilita la localización de recursos pertinentes y contribuye a fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

- **¿Qué características de los estudiantes deben considerarse para generar recomendaciones de materiales educativos más pertinentes e inclusivas?**

Los resultados indican que aspectos como el nivel educativo, la asignatura, la temática de estudio y las necesidades específicas de aprendizaje constituyen elementos relevantes para generar recomendaciones contextualizadas y adecuadas para cada situación educativa.

- **¿De qué manera la Inteligencia Artificial Generativa puede contribuir a la personalización de recursos educativos dentro de entornos digitales de aprendizaje?**

La Inteligencia Artificial Generativa permitió analizar la información proporcionada por el docente y generar recomendaciones adaptadas al contexto educativo, favoreciendo la personalización de los recursos sugeridos.

- **¿Qué tipo de materiales educativos pueden ser recomendados por el sistema para apoyar diferentes necesidades y contextos de aprendizaje?**

Durante la evaluación se comprobó que el sistema puede recomendar distintos tipos de recursos educativos, incluyendo videos, lecturas complementarias, ejercicios prácticos, documentación técnica y materiales digitales de apoyo.

- **¿Cuál es la percepción de los estudiantes respecto a la utilidad y pertinencia de las recomendaciones generadas por el sistema propuesto?**

La participación estudiantil en los escenarios de evaluación evidenció una percepción favorable sobre la pertinencia de los materiales sugeridos, especialmente en asignaturas de programación y desarrollo de software.

- **¿En qué medida un sistema recomendador inclusivo puede contribuir al fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos digitales?**

Los resultados obtenidos indican que este tipo de herramientas contribuye al fortalecimiento de los procesos educativos, ya que facilita la identificación de recursos relevantes y respalda la toma de decisiones docentes en la selección de materiales de aprendizaje.

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajo Futuro.

Concluidos el desarrollo y la evaluación del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos, este capítulo recoge las conclusiones de la investigación. Sintetiza los hallazgos más relevantes y los pone en relación con los objetivos que guiaron el trabajo, para valorar hasta dónde se cumplieron y qué aporta la propuesta.

Después se trazan las líneas de trabajo futuro: reforzar las capacidades del sistema, ampliar su alcance a más asignaturas e instituciones, y afinar los mecanismos de recomendación con nuevas técnicas de Inteligencia Artificial

7.1 Conclusiones.

Las pruebas evidenciaron que el sistema procesa la información suministrada por los docentes y produce sugerencias pertinentes de materiales educativos para asignaturas universitarias de programación y desarrollo de software. Asimismo, la evaluación de docentes y estudiantes reflejó una percepción favorable respecto a la utilidad de los recursos recomendados.

La investigación reconoció el potencial de la Inteligencia Artificial Generativa para respaldar la personalización del aprendizaje y facilitar la búsqueda de recursos educativos. En consecuencia, esta propuesta constituye una aportación inicial al desarrollo de herramientas tecnológicas dirigidas a promover prácticas educativas inclusivas y ajustadas a las características de los estudiantes

7.2 Trabajo futuro.

Como trabajo futuro, se propone extender la funcionalidad del sistema mediante la incorporación de mecanismos avanzados de minería de datos que permitan analizar patrones de uso y mejorar progresivamente la calidad de las recomendaciones.

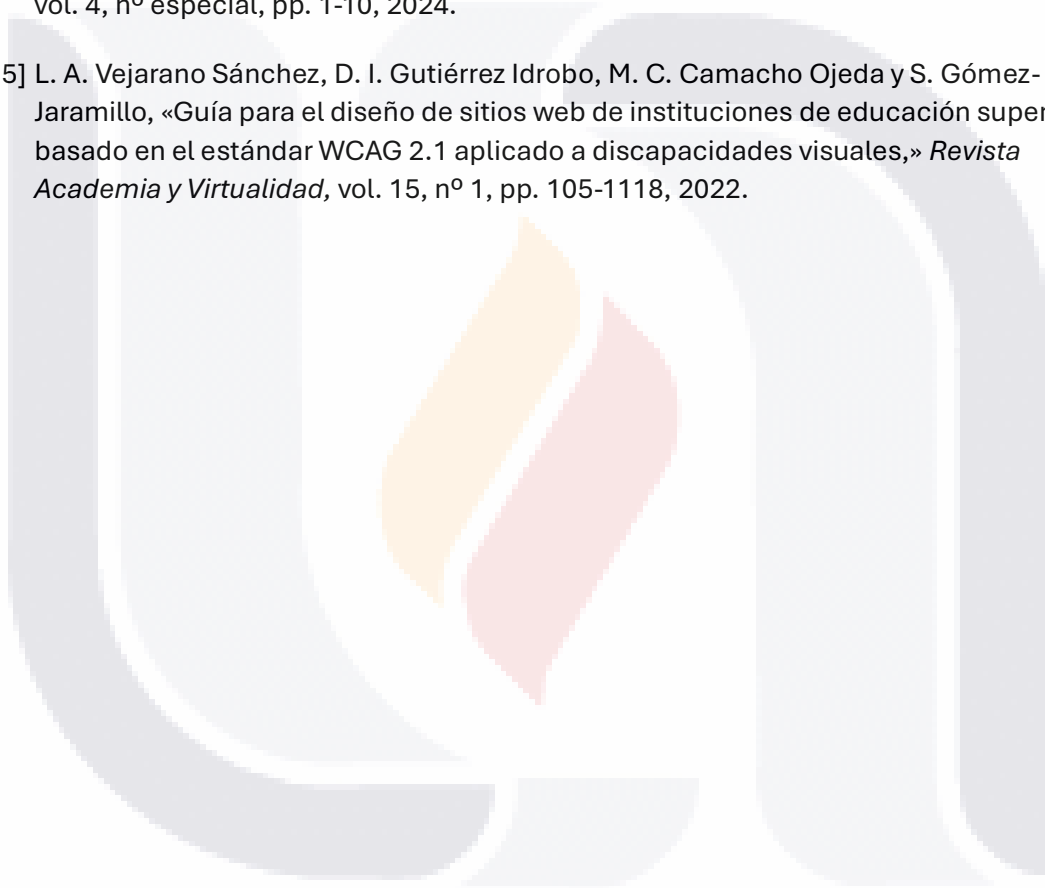
De igual manera, se plantea integrar criterios de accesibilidad fundamentados en estándares

Otra línea de trabajo radica en ampliar el proceso de validación con la participación de un mayor número de docentes, estudiantes e instituciones educativas, con la finalidad de obtener evidencia más extensa sobre el desempeño del sistema en distintos contextos académicos.

Por último, se propone incorporar técnicas de aprendizaje automático y retroalimentación de los usuarios para construir modelos híbridos de recomendación que integren las capacidades de los modelos GPT con información histórica derivada de la interacción de los usuarios con la plataforma.

Referencias

- [1] N. Valero-Cedeño, «Retos de la educación virtual en el proceso enseñanza aprendizaje durante la pandemia de Covid-19,» *Dominio de las Ciencias*, vol. 6, nº 4, pp. 1201-1220, 2020.
- [2] A. M. Ortega, «La educación a distancia, virtualidad, ventajas y desventajas: enseñanza en tiempos de pandemia COVID-19,» *Revista Guatemalteca de Cultura*, vol. 3, nº 1, pp. 1-9, 2023.
- [3] M. D. C. E. Ancaya-Martínez, C. D. J. Távara-Sabalú y A. J. Yarin Achachagua, «Estrategias en la formación docente para promover la inclusión educativa: una revisión sistemática,» *European Public & Social Innovation Review*, vol. 9, pp. 1-18, 2024.
- [4] E. Suárez Hernández, «Sistema recomendador para la enseñanza del pensamiento computacional,» Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna, España, 2025.
- [5] D. E. Almache López y K. P. Jácome Niama, «Desarrollo de un sistema de recomendación de contenidos educativos basado en estilos de aprendizaje,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2022.
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), «Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2024: Reporte de Resultados,» INEGI, Ciudad de México, México, 2025.
- [7] F. Vera, «Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior: Desafíos y oportunidades,» *Revista Electrónica Transformar*, vol. 4, nº 1, pp. 17-34, 2023.
- [8] W. Forero-Cordoba y F. Negre Bennasar, «Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática,» *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 27, nº 1, pp. 209-253, 2024.
- [9] N. P. Russell, S., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4 ed., Hoboken, NJ, USA: Pearson, 2021.
- [10] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), «OECD Digital Education Outlook 2026: Exploring Effective Uses of Generative AI in Education,» OECD Publishing, Paris, France, 2026.
- [11] F. Ricci, L. Rokach y B. Shapira, *Recommender Systems Handbook*, 3 ed., Cham, Switzerland: Springer, 2022.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- [12] G. Y. E. Guerschberg, L., «Revolución en la Educación a través de la Inteligencia Artificial y los microaprendizajes: Nuevas Fronteras del Aprendizaje Personalizado,» *Sapiens International Multidisciplinary Journal*, vol. 1, nº 3, pp. 51-64, 2024.
- [13] O. Ribera, M. y O. Díaz Montesdeoca, ChatGPT y educación universitaria: posibilidades y límites de ChatGPT como herramienta docente, Barcelona, España: Octaedro, 2024.
- [14] E. I. Calderón-Delgado, S. S. Jácome-Achi , A. M. Chalá-Quilumba y R. P. Villavicencio-Guambo, «Accesibilidad digital: El impacto de la tecnología en el aprendizaje de estudiantes con discapacidades,» *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, vol. 4, nº especial, pp. 1-10, 2024.
- [15] L. A. Vejarano Sánchez, D. I. Gutiérrez Idrobo, M. C. Camacho Ojeda y S. Gómez-Jaramillo, «Guía para el diseño de sitios web de instituciones de educación superior basado en el estándar WCAG 2.1 aplicado a discapacidades visuales,» *Revista Academia y Virtualidad*, vol. 15, nº 1, pp. 105-1118, 2022.
- 

Anexos

Anexo A. Evidencia del prototipo



Figura 15 A. 1. Pantalla principal del Sistema Recomendador Inclusivo para Materiales Educativos.



Figura 16 A.2. Formulario de captura de información del sistema.



Figura 17 A.3. Historial de recomendaciones del prototipo de sistema.