



**Universidad Autónoma del Estado de México**

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**DESARROLLO DE UN AGENTE TUTOR PARA  
PROPORCIONAR ADAPTABILIDAD A PLATAFORMAS DE  
APRENDIZAJE MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL  
DE EMOCIONES**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

***DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN***

**P R E S E N T A**

MTRO. MARIANO LEÓN NÁJERA

**DIRECTORA**

DRA. MAGALLY MARTÍNEZ REYES

CO-DIRECTORA

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

TUTOR

DR. SAMUEL OLMOS PEÑA

**VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO OCTUBRE 2025.**



**CUVCH**

**DESARROLLO DE UN AGENTE TUTOR PARA  
PROPORCIONAR ADAPTABILIDAD A PLATAFORMAS DE  
APRENDIZAJE MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL  
DE EMOCIONES**

## RESUMEN

El presente trabajo aborda la problemática de la deserción estudiantil en entornos virtuales de aprendizaje, reconocida como una situación persistente tanto en modalidades presenciales como en aquellas mediadas por plataformas digitales, siendo estas últimas el foco principal de la presente investigación. Ante este desafío, se plantea el desarrollo de un agente tutor virtual responsivo, basado en inteligencia artificial y reconocimiento facial, cuyo propósito es fomentar la permanencia y la disposición al estudio mediante la intervención adaptativa de un tutor virtual. Este sistema busca responder de manera dinámica a las expresiones emocionales y necesidades del estudiante, promoviendo así una experiencia de aprendizaje personalizada y empática dentro del entorno educativo.

El objetivo general de la investigación consistió en desarrollar un módulo de un agente tutor responsivo que apoye en la permanencia al estudio en plataformas de aprendizaje educativas y la dote de adaptabilidad a través de la inteligencia artificial, particularmente Moodle, y de intervenir según el estado emocional del alumno. La metodología propuesta se estructuró en cinco etapas: Diagnóstico, Diseño, Construcción, Validación y Análisis de resultados. En la fase de diagnóstico se definió el objeto de estudio y se realizó una investigación documental que permitió identificar las bases teóricas y tecnológicas del proyecto. En la etapa de diseño se efectuó el modelado de sistemas y la planeación del desarrollo del software. Durante la fase de construcción se elaboró el algoritmo y se programaron los módulos de reconocimiento facial e interacción del agente tutor. Si bien las fases de validación y análisis estadístico descriptivo fueron contempladas, no pudieron ejecutarse completamente debido a la limitación temporal del proyecto, quedando pendientes para su desarrollo futuro.

Los resultados obtenidos demuestran que la integración del agente tutor dentro de Moodle es técnica y conceptualmente viable, logrando una comunicación efectiva entre los módulos de reconocimiento facial y el entorno de aprendizaje. El sistema permitió detectar las expresiones emocionales de universalidad en el estudiante y generar respuestas adaptativas del tutor virtual, reforzando la experiencia de acompañamiento educativo. Sin embargo, se identificaron limitaciones técnicas derivadas de las restricciones de seguridad de Moodle, que impiden la ejecución directa de código JavaScript, así como la imposibilidad de evaluar el sistema con usuarios reales dentro del periodo establecido.

A pesar de estas limitaciones, el proyecto valida la factibilidad de incorporar inteligencia artificial afectiva en plataformas de aprendizaje, ofreciendo una base sólida para el desarrollo de sistemas educativos más humanos, sensibles y personalizados. Como trabajo futuro, se propone la implementación de mecanismos de persistencia que mantengan activo al agente tutor durante toda la sesión del usuario, así como la realización de pruebas experimentales con estudiantes para medir el impacto del sistema en la participación, retención y logro académico.

## **Abstract**

This paper addresses the problem of student dropout in virtual learning environments, recognised as a persistent issue in both face-to-face and digital platform-mediated modalities, with the latter being the main focus of this research. In response to this challenge, the development of a responsive virtual tutor agent based on artificial intelligence and facial recognition is proposed, with the aim of encouraging student retention and willingness to study through the adaptive intervention of a virtual tutor. This system seeks to respond dynamically to students' emotional expressions and needs, thus promoting a personalised and empathetic learning experience within the educational environment.

The overall objective of the research was to develop a responsive tutor agent module that supports student retention on educational learning platforms and provides adaptability through artificial intelligence, particularly Moodle, and intervenes according to the student's emotional state. The proposed methodology was structured in five stages: Diagnosis, Design, Construction, Validation, and Analysis of results. In the diagnosis phase, the object of study was defined and documentary research was carried out to identify the theoretical and technological bases of the project. In the design stage, system modelling and software development planning were carried out. During the construction phase, the algorithm was developed and the facial recognition and tutor agent interaction modules were programmed. Although the validation and descriptive statistical analysis phases were contemplated, they could not be fully executed due to the time constraints of the project and remain pending for future development.

The results obtained demonstrate that the integration of the tutor agent within Moodle is technically and conceptually feasible, achieving effective communication between the facial recognition modules and the learning environment. The system made it possible to detect universal emotional expressions in the student and generate adaptive responses from the virtual tutor, reinforcing the educational support experience. However, technical limitations were identified due to Moodle's security restrictions, which prevent the direct execution of JavaScript code, as well as the impossibility of evaluating the system with real users within the established period.

Despite these limitations, the project validates the feasibility of incorporating affective artificial intelligence into learning platforms, providing a solid foundation for the development of more humane, sensitive, and personalised educational systems. As future work, we propose the implementation of persistence mechanisms that keep the tutor agent active throughout the user's session, as well as conducting experimental tests with students to measure the system's impact on participation, retention, and academic achievement.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1. Antecedentes .....	5
1.1 Planteamiento del problema .....	15
1.2 Objetivos .....	18
1.2.1 General .....	19
1.2.2 Específicos .....	19
1.3 Delimitación o alcances de la investigación .....	20
1.4 Hipótesis .....	26
1.5 Justificación .....	27
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN INICIAL .....	31
2. MARCO REFERENCIAL .....	32
2.1 Revisión sistemática de la literatura .....	33
2.1.1 Plataformas de aprendizaje .....	33
2.1.2 Agente tutor .....	50
2.1.3 Perfil del estudiante .....	53
2.1.4 Emociones .....	58
2.1.5 Inteligencia Artificial .....	62
2.2 Marco metodológico .....	80
2.2.1 Reconocimiento facial .....	80
2.3 Estado del arte .....	81

CAPÍTULO III. ESTUDIO EMPIRICO .....	86
3. METODOLOGÍA.....	87
3.1 Diagnóstico.....	87
3.1.1 Objeto de estudio .....	88
3.1.2 Investigación documental .....	92
3.2 Diseño .....	98
3.2.1 Modelado de sistemas.....	98
3.2.2 Desarrollo de software .....	110
3.3 Construcción .....	114
3.3.1 Algoritmo.....	117
3.4 Validación .....	119
3.4.1 Diferencia simple.....	120
3.4.2 Pre-post .....	121
4. DISEÑO Y DESARROLLO.....	124
4.1 Perfil del estudiante.....	125
4.2 Plataforma de aprendizaje .....	126
4.3 Agente tutor .....	130
4.3.1 Modelador ComfyUI.....	133
4.3.2 Modelador HeyGen.....	139
4.4 implementación.....	149
5. RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	165
5.1 Logros alcanzados .....	165
5.2 Limitaciones encontradas .....	168

6.	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	170
7.	FUENTES CONSULTADAS.....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Herramientas de plataformas educativas.....	34
<b>Tabla 2.</b> Plataformas educativas adaptativas .....	41
<b>Tabla 3.</b> Características de Plataformas educativas colaborativas .....	43
<b>Tabla 4.</b> Plataformas educativas colaborativas .....	44
<b>Tabla 5.</b> Perfil del usuario y modelo del estudiante .....	54
<b>Tabla 6.</b> Recuento histórico AI .....	62
<b>Tabla 7.</b> Componentes de la Inteligencia Artificial Devil .....	65
<b>Tabla 8.</b> Técnicas del aprendizaje profundo y del aprendizaje automático .....	69
<b>Tabla 9.</b> Ejemplos de la inteligencia artificial generativa.....	76
<b>Tabla 10.</b> Diagramas estructurales.....	103
<b>Tabla 11.</b> Diagramas de comportamiento.....	104
<b>Tabla 12.</b> Elementos de diferencia simple.....	120
<b>Tabla 13.</b> Elementos de pre - post.....	122
<b>Tabla 14.</b> Modelos de reconocimiento facial.....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Entorno, sistema y plataforma. ....	8
<b>Figura 2.</b> Dispositivo para adaptarse a la modalidad 100% en línea. ....	22
<b>Figura 3.</b> Las modalidades en línea y mixta son preferidas.....	23
<b>Figura 4.</b> Tendencias de estudio. ....	23
<b>Figura 5.</b> Top 10 de plataformas educativas en el 2012.....	24
<b>Figura 6.</b> Top 25 de plataformas educativas en el 2022.....	25
<b>Figura 7.</b> Interface de Dreambox.....	42
<b>Figura 8.</b> Página oficial de <i>Moddle</i> .....	46
<b>Figura 9.</b> Sitio oficial de <i>Google Classroom</i> .....	49
<b>Figura 10.</b> Dimensiones del perfil del estudiante.....	56
<b>Figura 11.</b> Dimensiones seleccionadas del perfil de estudiante. ....	58
<b>Figura 12.</b> Expresiones de universalidad. ....	59
<b>Figura 13.</b> Más allá del hype de la inteligencia artificial generativa.....	72
<b>Figura 14.</b> Los seis unicornios AI. ....	78
<b>Figura 15.</b> El auge de la IA generativa dispara el valor de las start up.....	79
<b>Figura 16.</b> Proceso de búsqueda de literatura. ....	97
<b>Figura 17.</b> Diagrama de bloques del agente tutor. ....	100
<b>Figura 18.</b> Diagrama de clases del agente tutor. ....	106

<b>Figura 19.</b> Diagrama de despliegue del agente tutor. ....	107
<b>Figura 20.</b> Diagrama de componentes del agente tutor. ....	108
<b>Figura 21.</b> Diagrama de casos de uso del agente tutor. ....	109
<b>Figura 22.</b> Diagrama de secuencia del agente tutor. ....	110
<b>Figura 23.</b> Diagrama de metodología PSP. ....	112
<b>Figura 24.</b> Resumen del plan del proyecto. ....	113
<b>Figura 25.</b> Propuesta de modelo de agente tutor ....	115
<b>Figura 26.</b> Diagrama general del Agente tutor. ....	118
<b>Figura 27.</b> Contra factual. ....	120
<b>Figura 28.</b> Diferencia simple. ....	121
<b>Figura 29.</b> Pre - post. ....	123
<b>Figura 30.</b> Estado de ánimo refleja una emoción. ....	126
<b>Figura 31.</b> Subdominio de la plataforma educativa ....	127
<b>Figura 32.</b> Parámetros de configuración de la plataforma educativa ....	128
<b>Figura 33.</b> Tema <i>Almondb</i> aplicado a moodle. ....	129
<b>Figura 34.</b> Sitio oficial de ComfyUI ....	133
<b>Figura 35.</b> Interfaz para generar un modelo Lora ....	134
<b>Figura 36.</b> Configuración inicial de modelo. ....	135

<b>Figura 37.</b> Configuración inicial de modelo.....	136
<b>Figura 38.</b> Flujo de trabajo del modelo. ....	138
<b>Figura 39.</b> Evolución de imagen del agente tutor .....	139
<b>Figura 40.</b> Sitio oficial de HeyGen.....	141
<b>Figura 41.</b> Interfaz de parámetros .....	145
<b>Figura 42.</b> Suscripción a plan creador .....	146
<b>Figura 43.</b> Ejemplos de avatares con base de conocimiento consolidada.....	147
<b>Figura 44.</b> Código de integración embebido.....	148
<b>Figura 45.</b> Modelos para reconocimiento facial.....	152
<b>Figura 46.</b> Código de integración.....	153
<b>Figura 47.</b> Reconocimiento de emociones.....	155
<b>Figura 48.</b> Script de integración de agente tutor .....	156
<b>Figura 49.</b> Integración con el agente tutor .....	157
<b>Figura 50.</b> Prohibido error 403 .....	159
<b>Figura 51.</b> Hilo de foro en portal de Moodle .....	161
<b>Figura 52.</b> Códigos script aceptados en Moodle.....	162
<b>Figura 53.</b> Integración completa del agente tutor en Moodle.....	164

# INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea se encuentra inmersa en un entorno digital en constante evolución, donde las plataformas educativas desempeñan un papel crucial en la facilitación del aprendizaje. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos, muchos estudiantes enfrentan desafíos para mantenerse comprometidos y motivados en entornos de aprendizaje en línea. La personalización y adaptabilidad de estas plataformas son aspectos fundamentales para abordar estas dificultades y mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiante.

En este contexto, surge la oportunidad de integrar un elemento funcional adicional en las plataformas educativas: un agente tutor diseñado para proporcionar acompañamiento y seguimiento personalizado a los estudiantes durante su trayectoria de aprendizaje. Este agente tutor, concebido como un mecanismo complementario, tiene como objetivo principal fomentar la permanencia del estudiante hasta la conclusión de sus estudios, brindándole apoyo emocional y académico a lo largo de su experiencia educativa.

El éxito en el desarrollo de este módulo requiere un análisis profundo de los elementos fundamentales de la plataforma educativa. Se destaca la importancia del perfil del estudiante, que abarca no solo aspectos académicos, sino también dimensiones emocionales y anímicas. El reconocimiento facial de las emociones del estudiante dentro de la plataforma emerge como un componente crucial para la interacción efectiva del agente tutor, permitiéndole adaptar su enfoque y estrategias de apoyo de acuerdo con las necesidades individuales del estudiante.

Además, se considera esencial analizar el historial académico del estudiante como un indicador del impacto del acompañamiento del agente tutor en su desempeño académico y su compromiso con el proceso de aprendizaje. Este análisis permitirá evaluar la efectividad del agente tutor y proporcionar conclusiones importantes y valiosas para la mejora continua de las plataformas educativas.

En el planteamiento del problema, se identifican las variables clave involucradas en el proceso de acompañamiento personalizado y se subraya la necesidad de una solución que garantice la adaptabilidad y la personalización de las plataformas de aprendizaje. La justificación de la investigación se basa en la importancia de proporcionar herramientas efectivas para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en entornos educativos digitales, así como en el potencial impacto positivo que puede tener el agente tutor en la retención estudiantil y el éxito académico.

A grandes rázagos esta investigación se propone desarrollar un agente tutor innovador que aproveche las tecnologías de reconocimiento facial y el análisis de datos para proporcionar un acompañamiento personalizado a los estudiantes dentro de las plataformas educativas. Se establecen objetivos claros y alcanzables, junto con metodologías rigurosas, para abordar la problemática identificada y validar la eficacia del agente tutor en la mejora de la experiencia de aprendizaje del estudiante.

# FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

# **CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1. Antecedentes

En esta sección, se presentarán los antecedentes que respaldan y contextualizan la investigación propuesta sobre el desarrollo del agente tutor. Los antecedentes abordarán conceptos fundamentales, como el de plataforma, así como los hábitos de uso de Internet en México desde 2007 hasta 2021. Se discuten los avances existentes en la integración de tecnologías de reconocimiento facial y aprendizaje adaptativo en entornos educativos, junto con la importancia del apoyo emocional y la personalización en la experiencia de aprendizaje del estudiante. Este análisis permitirá identificar las brechas y oportunidades de investigación que justifican la necesidad y relevancia del presente estudio.

El avance de los recursos multimedia y la expansión de la web han dado lugar a una amplia gama de herramientas educativas. Los objetos de aprendizaje han emergido como componentes esenciales en este contexto, creando un mercado digital educativo. Paralelamente, los sistemas de gestión han surgido como estructuras que unifican los objetos de aprendizaje con los elementos y actividades de los cursos, impulsando así los primeros pasos de la educación en línea.

En la actualidad, el panorama educativo está marcado por una gran diversidad de plataformas educativas que ofrecen educación en línea. Como señala Sánchez (2009) este abanico de productos busca definir un concepto común: las plataformas de educación a través de internet. Entre las más destacadas en México se encuentran, *Moodle*, *Blackboard*, entre otras, cada una con características particulares que han contribuido a moldear el paisaje de la educación digital contemporánea. Sin embargo, el término: plataformas de educación, a través de internet, presentadas en un amplio abanico de definiciones similares, de entre las cuales enlista las siguientes como las más populares:

- *Virtual learning environment* (VLE) – Entorno virtual de aprendizaje.
- *Learning management system* (LMS) – Sistemas de gestión de aprendizaje.
- *Course management system* (CMS) – Sistema de gestión de cursos.
- *Managed learning environment* (MLE) – Ambiente controlado de aprendizaje.

- *Integrated learning system* (ILS) – Sistema integrado de aprendizaje.
- *Learning support system* (LSS) – Sistema soporte de aprendizaje.
- *Learning platform* (LP) - Plataforma de aprendizaje.

Las antes mencionadas se obtuvieron de los países como Estados Unidos y Reino Unido. Países que emplean estos mecanismos como parte de la educación a su población y de los cuales el ILS, MLE y el VLE la agencia educativa británica acuñó el término plataforma educativa para englobarlos, mientras tanto en estados unidos son los CMS y los LMS.

Lo cierto es que los términos entorno, sistema y plataforma no son lo mismo, en lo general son utilizados en informática para describir productos realizados en software, como los ejemplos antes presentados. Por lo tanto, sus significados son casi sinónimos en el uso común ya que se encuentran estrechamente relacionados, pero en base a sus definiciones se encuentran las diferencias en sus términos y su uso, para lo cual se acudió al diccionario de *Oxford Learners Dictionaries* (2022), a lo que refiere lo siguiente:

- **Entorno:** es la estructura completa (incluyendo hardware y software) dentro de la cual opera un usuario, computadora o programa. Denotando un cierto tipo de configuración genérica de computadoras, es decir la configuración colectiva tanto del software como del hardware de un sistema informático.

Refiriéndose a la estructura completa en la que opera un usuario, computadora o programa. Incluye tanto el hardware como el software de un sistema informático, lo que denota una configuración genérica de computadoras. Este término abarca el contexto de operación de los elementos mencionados, proporcionando un marco de referencia para su interacción y funcionamiento. Es importante destacar que el "entorno" puede variar desde configuraciones genéricas estándar hasta ajustes particulares diseñados según las necesidades y especificaciones de usuarios individuales o programas específicos.

- **Ambiente:** es en relación con el área circundante; por todos lados, establece los requisitos del software y del escenario.

Refiriéndose al contexto en relación con el área circundante en la que un sistema operativo, programa o software específico opera y se desarrolla. Este término abarca todos los aspectos del entorno en el que el software o el sistema está integrado, incluyendo los requisitos específicos del software y las características del escenario en el que se implementa. Es importante considerar el "ambiente" en su totalidad para comprender cómo influye en el comportamiento y desempeño del software, así como para establecer los requisitos necesarios para su funcionamiento óptimo en diferentes situaciones y contextos.

- **Sistema:** es un conjunto de equipos y programas informáticos que se utilizan juntos, es decir hardware, software y usuarios como el personal técnico que apoya y mantienen el sistema y a los usuarios que lo utilizan.

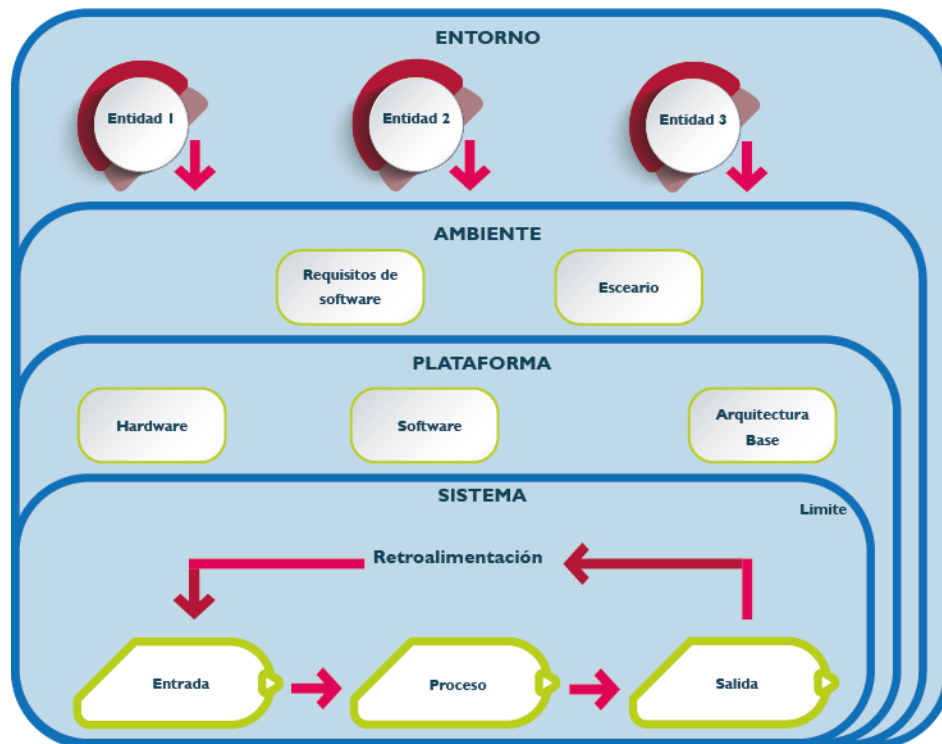
Refiriéndose a un conjunto integrado de equipos y programas informáticos que trabajan en conjunto para cumplir un conjunto específico de funciones o tareas. Este conjunto comprende tanto el hardware físico como el software lógico que interactúan para lograr objetivos definidos. Además, el concepto de "sistema" incluye a los usuarios que lo utilizan, así como al personal técnico encargado de apoyar y mantener su funcionamiento. En resumen, un sistema informático es una entidad compleja y dinámica que involucra la interacción entre hardware, software y personas para alcanzar metas y objetivos determinados.

- **Plataforma:** el tipo de sistema informático o el software que se utiliza, refiriéndose a la arquitectura, hardware y software, que actúan como la base para la construcción de un sistema informático que admite diferentes sistemas operativos y software de aplicación a un nivel superior, es decir: es una arquitectura de software o hardware que actúa como la base de un sistema informático.

Refiriéndose al tipo de sistema informático o software utilizado como base para la construcción de sistemas informáticos más complejos. Esta

"plataforma" engloba la arquitectura, el hardware y el software que actúan como cimientos para soportar diferentes sistemas operativos y aplicaciones a un nivel superior. En esencia, una plataforma es una arquitectura tanto de software como de hardware que sirve como la base fundamental para la creación y ejecución de sistemas informáticos y aplicaciones de software.

Con base en las definiciones previamente establecidas, la Figura 1 propuesta representa el concepto de "entorno" como configuraciones colectivas de computadoras, mediante un "ambiente" de software y hardware a niveles superiores. El "sistema", por su parte, se sitúa como base, siendo un conjunto articulado de entradas, salidas, procesos y retroalimentación que interactúa tanto con el entorno como con la plataforma. Mientras tanto, la "plataforma" se define como la estructura de nivel medio que proporciona los fundamentos sobre los cuales se construyen y operan los sistemas y aplicaciones informáticas.



**Figura 1.** Entorno, sistema y plataforma.

**Fuente:** Adaptación personal (2022)

En consonancia con la visión del autor y su comprensión del término plataforma, que “abarca un amplio espectro de aplicaciones informáticas alojadas en servidores dedicados, cuya finalidad principal es facilitar al cuerpo docente la creación, administración, gestión y distribución de cursos a través de Internet” (Sánchez, 2009), se establece su relevancia en el contexto de esta investigación. La plataforma no solo comprende un conjunto diverso de herramientas y funcionalidades, sino que también representa un entorno dinámico que permite la interacción entre profesores y estudiantes en entornos virtuales de aprendizaje. En este estudio, se empleará este término para describir con detalle sus elementos constituyentes y para proponer estrategias efectivas de incorporación y uso que optimicen el proceso de enseñanza y aprendizaje en el contexto educativo digital.

La Asociación de Internet MX (1999) realiza estudios para conocer los Hábitos de los usuarios de Internet en México desde el 2007, el estudio recaba información de cuál es el crecimiento de la población internauta en el país, y de esta población determinar el sexo, la edad y la región del país de los que tiene mayor participación, además de indagar en el tipo de conexión utilizan y de donde la utilizan, que tipo de dispositivos son los que emplean para conectarse, y las actividades que realiza en internet, para ese año la penetración de internet en México fue de 65 millones de internautas, es decir un 59.8% de la población del país, de la cual el 77% se conecta a través de un smartphone y en cuanto al lugar de acceso a internet es el hogar con un 87%, por lo que de una manera proporcional el método de conexión es por wifi con un 84%. Ya para el 2016 el año en el que se incorporó la actividad de cursos en línea o estudiar en línea con un 38% de los internautas, dato que se ha ido incrementando hasta el 57% para el año 2021, año del último estudio realizado en México con 87.4 millones de internautas.

Con el paso de los años, la población de usuarios de Internet sigue creciendo exponencialmente, lo que conlleva un incremento en la variedad y cantidad de actividades disponibles en línea. Para muchos adultos, la posibilidad de estudiar en horarios flexibles representa una oportunidad invaluable, especialmente considerando las restricciones de tiempo impuestas por sus responsabilidades

laborales. Sin embargo, el acceso a estas oportunidades educativas en línea les brinda la libertad y flexibilidad necesarias para avanzar en su desarrollo profesional y personal. En este contexto, la proliferación de cursos, talleres, licenciaturas y posgrados en línea representa una solución fundamental ofrecida por las instituciones educativas líderes, adaptándose a las necesidades cambiantes y demandas de una sociedad cada vez más conectada y dinámica a través del internet.

El reconocimiento facial es una tecnología biométrica que permite identificar o verificar la identidad de una persona mediante el análisis de sus características faciales únicas. Esta tecnología utiliza algoritmos y software avanzados para escanear, analizar y comparar patrones faciales, como la disposición de los ojos, la nariz, la boca y otras características, con el fin de identificar a una persona específica (Turk, 1991) (Jain, 2011) (Stan Z. Li, 2011).

El reconocimiento facial se ha convertido en una herramienta importante en una variedad de aplicaciones, desde la seguridad y el control de acceso en sistemas de seguridad hasta la autenticación en dispositivos móviles y la mejora de la experiencia del cliente en aplicaciones comerciales. Además, se utiliza en la investigación forense y en la vigilancia pública para identificar a personas en imágenes o videos.

Esta tecnología ha avanzado significativamente en los últimos años gracias a los desarrollos en inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis de imágenes, lo que ha mejorado su precisión y eficacia en diversas aplicaciones. Sin embargo, el reconocimiento facial también plantea preocupaciones en torno a la privacidad, la seguridad de los datos y el potencial uso indebido de la tecnología en la vigilancia masiva y el control social.

El aprendizaje adaptativo en entornos educativos web es un enfoque pedagógico que utiliza la tecnología para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante de acuerdo con sus necesidades, habilidades y preferencias individuales. Este método se basa en la idea de que los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje, ritmos de progreso y áreas de fortaleza y debilidad,

por lo que un enfoque educativo uniforme puede no ser eficaz para todos (Sachdeva, Singh, Kumar, & Goswami, 2022).

En un entorno educativo web adaptativo, los sistemas de software utilizan algoritmos y análisis de datos para recopilar información sobre el desempeño y las interacciones de los estudiantes con el contenido educativo. Esta información incluye datos como el tiempo dedicado a tareas específicas, respuestas a preguntas de evaluación, áreas de dificultad y patrones de navegación.

Con base en esta información, el sistema adapta el contenido, la presentación y la secuencia de aprendizaje para cada estudiante (Brusilovsky, 2001). Por ejemplo, los estudiantes que demuestran un dominio sólido de ciertos conceptos pueden recibir desafíos adicionales o actividades avanzadas, mientras que aquellos que tienen dificultades pueden recibir material adicional de apoyo, ejercicios de refuerzo o explicaciones más detalladas.

El aprendizaje adaptativo en entornos educativos web puede utilizar una variedad de técnicas y herramientas, como algoritmos de recomendación, análisis de datos en tiempo real, modelos de aprendizaje automático y sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) que integran funcionalidades adaptativas (García-Peñalvo, 2019).

Los beneficios del aprendizaje adaptativo incluyen una mayor personalización y relevancia del contenido educativo, un aumento en la retención y comprensión del material, una mayor motivación y compromiso por parte de los estudiantes, y la capacidad de los educadores para monitorear el progreso y proporcionar intervenciones personalizadas cuando sea necesario.

El apoyo emocional en la educación sirve para promover un ambiente de aprendizaje saludable y positivo, donde los estudiantes se sientan respaldados emocionalmente y tengan las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos académicos y personales que puedan surgir durante su experiencia educativa (Elias, 1997). El apoyo emocional puede adoptar diversas formas, como:

- **Asesoramiento y orientación psicológica:** Proporcionar a los estudiantes acceso a profesionales de la salud mental, como consejeros o psicólogos, que puedan ofrecerles apoyo emocional, escuchar sus preocupaciones y ayudarles a desarrollar habilidades de afrontamiento.
- **Programas de bienestar emocional:** Implementar programas o actividades diseñadas para promover el bienestar emocional y la resiliencia, como talleres de manejo del estrés, grupos de apoyo emocional o prácticas de *mindfulness*. Adquirir competencias básicas para reconocer y gestionar las emociones, establecer y alcanzar objetivos positivos como: autoconciencia, autogestión, conciencia social, habilidades relacionales y toma de decisiones responsable (Durlak, 2011).
- **Recursos de autocuidado:** Proporcionar a los estudiantes recursos y herramientas que puedan utilizar por su cuenta para gestionar sus emociones, como aplicaciones de salud mental, recursos en línea, o actividades de autoayuda.
- **Comunidad de apoyo:** Fomentar un ambiente de apoyo y comprensión entre los compañeros, profesores y personal de la institución educativa, donde los estudiantes se sientan seguros para expresar sus emociones y recibir el apoyo de otros. Profesores que exploran posibles cambios en las actitudes, valores, conocimientos y habilidades de los docentes para alumnos (Greenberg, 2003).

En el marco de la investigación, se pretende incorporar el apoyo emocional como un elemento clave para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Esta integración se centra en la detección de emociones, específicamente la emoción de sorpresa, durante la interacción de los estudiantes con el contenido educativo en un entorno virtual. Para ello, se emplearán tecnologías de reconocimiento facial que permitan identificar expresiones faciales asociadas con la sorpresa.

El trabajo de Paul Ekman (1981) sobre las emociones básicas es ampliamente reconocido en la psicología y las ciencias cognitivas. Las emociones universales que mencionas (alegría, tristeza, ira, desagrado, miedo o sorpresa) forman parte de su teoría y han sido estudiadas en diferentes contextos y culturas. Al comprender y reconocer las emociones universales, el Agente Tutor puede adaptarse mejor a las necesidades emocionales y cognitivas de los estudiantes, lo que potencialmente mejora su compromiso, motivación y rendimiento académico.

El reconocimiento facial de estas emociones básicas puede ser una herramienta valiosa para comprender el estado emocional de los estudiantes y proporcionar respuestas adaptativas y personalizadas a sus necesidades. Al activar el Agente Tutor en función de las emociones detectadas, se puede ofrecer un apoyo más efectivo y relevante a los estudiantes durante su experiencia de aprendizaje.

El Agente Tutor, una herramienta diseñada para proporcionar orientación y apoyo a los estudiantes, se activará automáticamente en respuesta a la detección de la emoción de sorpresa. Esta activación del Agente Tutor servirá como un mecanismo para ofrecer intervenciones adaptativas que aborden las necesidades educativas de los estudiantes en tiempo real.

Las intervenciones adaptativas del Agente Tutor pueden incluir mensajes de ánimo, retroalimentación positiva, recursos adicionales y explicaciones claras destinadas a ayudar a los estudiantes a superar las áreas de confusión o dificultad que puedan surgir después de experimentar sorpresa. El objetivo principal es brindar un apoyo emocional y educativo efectivo que mejore la experiencia de aprendizaje y promueva un ambiente de aprendizaje positivo y centrado en el estudiante.

Para garantizar la efectividad del apoyo emocional proporcionado por el Agente Tutor, se llevará a cabo una evaluación continua mediante la retroalimentación de los estudiantes, el análisis de datos de interacción y el seguimiento del progreso académico. Estos procesos de evaluación servirán como base para realizar ajustes y mejoras en el sistema de apoyo emocional, asegurando

así que se satisfagan las necesidades emocionales y educativas de los estudiantes de manera óptima.

La personalización en la experiencia de aprendizaje del estudiante es un enfoque educativo centrado en las necesidades individuales de cada estudiante. Se trata de adaptar la instrucción, el contenido y las actividades de aprendizaje para satisfacer las preferencias, estilos de aprendizaje, niveles de competencia y metas de cada estudiante de manera única y diferenciada. Algunas características y prácticas de la personalización en la experiencia de aprendizaje del estudiante incluyen:

- **Contenido personalizado:** Proporciona contenido de aprendizaje que sea relevante, significativo y adaptado a los intereses y necesidades individuales de cada estudiante.
- **Rutas de aprendizaje flexibles:** Permite a los estudiantes elegir entre diferentes rutas de aprendizaje, recursos y actividades que se adapten a sus preferencias y estilos de aprendizaje.
- **Retroalimentación personalizada:** Proporciona retroalimentación específica y oportuna que se centre en las fortalezas y áreas de mejora de cada estudiante, así como en sus metas individuales de aprendizaje.
- **Adaptación del ritmo de aprendizaje:** Permite que los estudiantes avancen a su propio ritmo, lo que les permite tomarse el tiempo necesario para comprender los conceptos difíciles y avanzar rápidamente en áreas donde tienen más habilidades.
- **Evaluación formativa continua:** Utiliza la evaluación formativa para monitorear el progreso del estudiante y ajustar la instrucción de manera individualizada en función de sus necesidades y desempeño.

En este contexto, la personalización implica reconocer que los estudiantes son diversos en términos de habilidades, intereses y experiencias previas, y que una estrategia de enseñanza única no es adecuada para todos. Por lo tanto, la

personalización busca proporcionar a cada estudiante las herramientas, los recursos y el apoyo necesarios para alcanzar su máximo potencial de aprendizaje.

La personalización en la experiencia de aprendizaje implica ofrecer opciones y flexibilidad en el proceso educativo. Esto puede incluir permitir a los estudiantes elegir entre diferentes actividades, rutas de aprendizaje o recursos que se adapten a sus preferencias y necesidades individuales. Además, implica adaptar el ritmo de aprendizaje para que cada estudiante pueda avanzar a su propio ritmo y recibir la atención y el apoyo necesarios en función de su progreso y desempeño.

La retroalimentación personalizada también es un aspecto fundamental de la personalización en la experiencia de aprendizaje. Significa proporcionar retroalimentación específica y relevante que se centre en las fortalezas y áreas de mejora de cada estudiante, así como en sus metas individuales de aprendizaje. Esta retroalimentación permite a los estudiantes comprender mejor su progreso y recibir orientación sobre cómo mejorar y desarrollar sus habilidades.

## **1.1 Planteamiento del problema**

En el marco de esta investigación, se presenta el planteamiento del problema desde el ámbito educativo. La deserción estudiantil emerge como un desafío significativo que impacta profundamente no solo el desarrollo académico de los estudiantes, sino también su bienestar social y emocional. Tanto en entornos presenciales como a través de plataformas educativas en línea, tal como se explora en esta investigación, los factores de riesgo que contribuyen a la deserción estudiantil se revelan como diversos y complejos.

De la naturaleza en el proceso de enseñanza sin importar que se trate de manera presencial o que sea a través de una plataforma educativa o de la combinación de ambos haciendo referencia a la manera mixta, en todos los casos existirán los factores de riesgo en este proceso de enseñanza, de entre ellos la deserción del alumno al estudio o como lo refiere el sitio Etecé (2021) que considera

que la deserción es retirarse del sistema educativo antes de conseguir el grado final, como también presenta cinco tipos de deserción, los cuales se enlistan:

- **Deserción precoz.** Cuando el estudiante ha sido aceptado en un programa escolar y no acude nunca al centro educativo, ni completa sus clases.
- **Deserción temprana.** Cuando el estudiante abandona el programa de estudios durante los cuatro primeros semestres.
- **Deserción tardía.** Cuando el estudiante abandona el programa de estudios del quinto semestre en adelante.
- **Deserción total.** Cuando el estudiante abandona por completo un plan educativo y no regresa a él nunca.
- **Deserción parcial.** Cuando el estudiante se da una baja temporal de una duración determinada y luego retoma sus estudios.

Una vez que se han enlistado los diferentes tipos de deserción, es preciso mencionar que sin importar de que se trate de un país de primer mundo o de tercer mundo, este tipo de amenazas ponen en riesgo la educación de un número considerable de estudiantes de distintos niveles educativos, de tal manera que el mismo sitio presenta una lista de las principales causas por las que se llega a algún tipo de deserción, como las siguientes:

- **Factores socioeconómicos.** Como los bajos ingresos familiares y la falta de apoyo escolar, la necesidad de trabajo temprano para sustentarse o la carencia total de incentivos escolares (útiles, libros, institutos públicos, etc.).
- **Factores personales.** Aquellos de tipo emocional, motivacional, que responden a condiciones muy particulares del individuo.
- **Factores psicológicos.** Como dificultades para el aprendizaje, autismo, etc.
- **Factores institucionales.** Falta de oportunidades de estudio o desamparo institucional, tales como la ausencia de cupos, la ausencia de becas, etc.

- **Factores familiares.** Es muy difícil continuar los estudios si se vive en el seno de una familia disfuncional, violenta, desarticulada, en la que tengan presencia el maltrato, la drogadicción o la muerte.
- **Factores sociales.** Vulnerabilidad a situaciones delictivas, pertenencia a bandas criminales, drogadicción del alumno, etc.

Las causas de la deserción estudiantil abordadas anteriormente constituyen, en su mayoría, un entramado de factores sociales, culturales y económicos que impactan significativamente en la educación de los estudiantes. La deserción no es simplemente el resultado de la pérdida de interés por parte del estudiante en continuar su formación profesional; es un fenómeno de raíces profundas que a menudo se originan en el seno familiar y se entrelazan con diversos aspectos de la vida estudiantil y social.

El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) proporcionó datos significativos sobre la deserción estudiantil en México en 2019. En el nivel de primaria, se reportó una deserción de aproximadamente 84 mil niños, siendo el quinto grado el más impactado por esta problemática. La educación secundaria registró alrededor de 300 mil casos de deserción, con el segundo grado siendo el más afectado. En la educación media superior, se documentaron aproximadamente 700 mil casos de abandono escolar, siendo el primer grado el más propenso a la deserción (INEE, 2019). Estas cifras reflejan un desafío significativo en el sistema educativo mexicano, donde una proporción considerable de estudiantes no completa su educación formal.

Además, se observan diferencias en las tasas de deserción entre géneros. La deserción estudiantil se presenta en un 17% en hombres, mientras que en mujeres es del 13% (INEE, 2019). Esta disparidad de género sugiere que los factores que contribuyen a la deserción pueden afectar de manera diferente a hombres y mujeres, lo que destaca la necesidad de abordar los desafíos específicos que enfrentan los estudiantes de ambos géneros en el sistema educativo. En conjunto, estos datos subrayan la importancia de implementar estrategias efectivas

para prevenir y reducir la deserción estudiantil, así como para garantizar el acceso equitativo a la educación para todos los estudiantes en México.

En este contexto, al considerar los datos recabados hasta el momento, con un enfoque especial en los factores institucionales relacionados con la educación en línea a través de plataformas, se propondrán medidas para mitigar las causas que llevan a los estudiantes a no completar sus estudios una vez que los han iniciado. Estas propuestas se desarrollarán con el apoyo del reconocimiento facial, contemplando encontrarse y aminorar los desafíos y obstáculos que enfrentan los estudiantes durante su experiencia educativa en línea.

Las preguntas de investigación que guían este estudio son las siguientes: ¿Cómo contribuye el agente tutor a fomentar la permanencia y la disposición al estudio en plataformas educativas? ¿De qué manera el diagnóstico de emociones realizado por el agente tutor proporciona adaptabilidad a una plataforma de aprendizaje? Estas interrogantes forman la base de nuestra investigación, y nos permitirán explorar en profundidad el papel del agente tutor y su capacidad para mejorar la experiencia educativa en entornos en línea, así como comprender el impacto del reconocimiento facial en la adaptación y personalización del proceso de aprendizaje.

## **1.2 Objetivos**

En esta sección, se detallan los objetivos de la investigación, tanto el objetivo general como los objetivos específicos. Estos objetivos se plantean como hitos alcanzables que guiarán y dirigirán el desarrollo de la investigación. Se fundamentan en el análisis previo del planteamiento del problema, el cual ha permitido identificar las variables clave que intervienen en el proceso investigativo. A continuación, se describen detalladamente estos objetivos, los cuales orientarán la exploración y el alcance de la investigación.

### 1.2.1 General

El objetivo general de la investigación es crear y desarrollar un módulo optativo que funcione como un agente tutor responsivo, integrando el reconocimiento de emociones por medio de inteligencia artificial como herramienta principal. Este módulo tiene como finalidad fundamental dos aspectos esenciales en el contexto educativo:

- En primer lugar, apoyar en la permanencia al tener interacción con el agente tutor, incentivando la dedicación de los estudiantes en plataformas de aprendizaje educativa
- En segundo lugar, intentar dotarlas de adaptabilidad permitiendo una experiencia personalizada para cada estudiante.

A través de la implementación de técnicas de inteligencia artificial, el agente tutor busca comprender las necesidades individuales de los estudiantes, brindando orientación, recursos y sugerencias de manera dinámica. De este modo, se aspira a mejorar significativamente la retención estudiantil y proporcionar un entorno de aprendizaje más flexible y eficaz. Con base en lo anterior la propuesta del objetivo general es la siguiente:

Desarrollar un módulo de agente tutor responsivo mediante el uso de inteligencia artificial, con el propósito de promover la permanencia en el estudio dentro de plataformas educativas y dotarlas para la adaptabilidad.

### 1.2.2 Específicos

En la estructuración de esta investigación, se establecen los objetivos específicos como una secuencia ordenada de hitos que marcan el camino hacia el logro del objetivo general. Cada objetivo específico se configura como el punto de partida para el siguiente, formando una cadena interconectada de metas que impulsan el desarrollo y la realización del proyecto. Estos objetivos se han diseñado de manera cuidadosa para asegurar un progreso coherente y efectivo en la consecución del

objetivo general, estableciendo así una ruta clara hacia el éxito en la creación y implementación del módulo del agente tutor responsivo. A continuación, se detallan los objetivos específicos que guiarán y dirigirán el curso de la investigación, delineando un camino estratégico hacia la meta final.

- Identificar los componentes fundamentales de las plataformas de aprendizaje más utilizadas, contemplando su diseño, funcionalidades y sistemas de interacción, con el fin de proponer una integración efectiva con el agente tutor.
- Identificar y especificar los eventos, acciones o condiciones que activarán la intervención del agente tutor, considerando tanto señales explícitas como implícitas de los estudiantes durante su experiencia de aprendizaje.
- Desarrollar un modelo de agente tutor que permita adaptándose a las preferencias y necesidades individuales de los estudiantes, mediante la configuración de parámetros y la integración de algoritmos de aprendizaje automático.
- Construir y poner en funcionamiento el agente tutor diseñado, asegurando su compatibilidad y adecuada integración con la infraestructura de la plataforma de aprendizaje seleccionada, mediante pruebas rigurosas y ajustes iterativos.
- Evaluar el desempeño y la aceptación del agente tutor por parte de los estudiantes, analizando métricas de participación, satisfacción y retención, así como la influencia del agente tutor en el logro de objetivos de aprendizaje y la reducción de la deserción estudiantil.

### 1.3 Delimitación o alcances de la investigación

En el mundo el uso de plataformas educativas es más común por la demanda de usuarios, por la flexibilidad y eficacia de ellas, es por ello que Mena (2020) en su publicación en el sitio *world economic forum* presenta los resultados de un encuesta

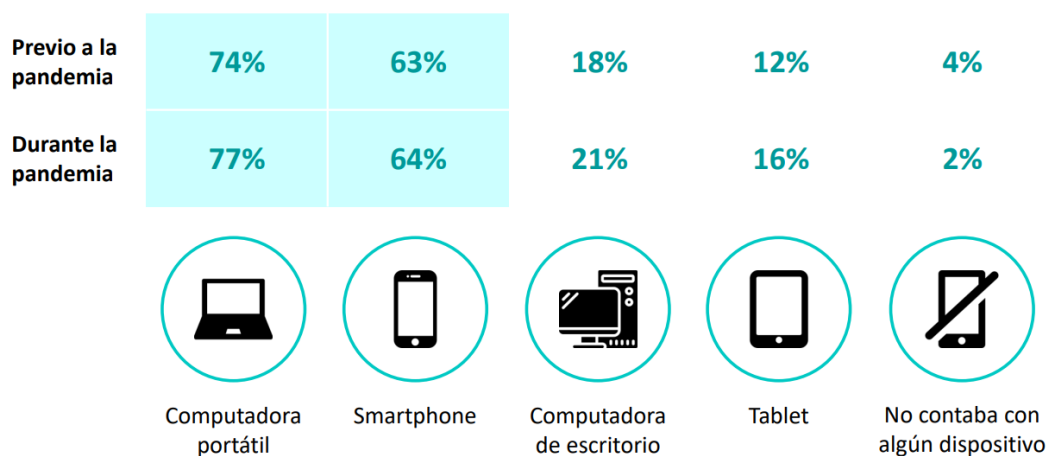
que contiene los países del continente europeo que implementan esta tecnología educativa; donde el primer lugar lo ocupa Finlandia alcanzando el porcentaje más alto en el uso de ellas con un 21%, en segundo lugar Suecia con un 18%, el tercer lugar lo ocupa España con un 15%, en seguida se encuentran los Países Bajos con un 13%, le sigue la Unión Europea y Alemania con un 8%, Grecia con un 6%, penúltimo lugar ocupado por Letonia con un 4% y finalmente Bulgaria con un 2%. Mientras que como ya ha mencionado el autor Sánchez (2009) al referir que en Estados Unidos y Reino Unido forman parte de la educación como son los CMS, los LMS y como los ILS, MLE y VLE respectivamente.

Mientras que en América latina y el caribe se aplicó una encuesta en 30 países sobre el uso de plataformas utilizadas durante el cierre de escuelas por pandemia por COVID 19, el sitio en internet Statista (2020) publicó los resultados de donde se obtuvo la siguiente información: “el 84% de los 30 países estudiados eligió a internet como el favorito como parte de sus medios de transmisión de información educativa. De los países que utilizaron plataformas educativas, el 95% empleaba plataformas abiertas y/o comerciales, mientras que el 90% empleaba plataformas no comerciales. Respecto a los medios de enseñanza a distancia más utilizados por los docentes, la educación en línea fue la modalidad más común”.

De Sudamérica la autora Oviedo (2020) comenta la manera en cómo el ministerio de educación en argentina reporta que la comunicación entre las familias y las escuelas se basaba en 84% por WhatsApp, 34% por celular, el 19% por mail para aquellos que asisten a escuelas de gestión públicas, en contraste con lo que asisten a escuelas de educación privada donde en mayor medida la comunicación se realiza por aplicaciones de reuniones virtuales, en un aumento al 50% y el uso de las plataformas educativas al 64%. Es decir que, mayor probabilidad de que se utilicen plataformas educativas y clases sincrónicas.

La Asociación de Internet MX (1999) realiza estudios sobre los hábitos de los usuarios en internet en México, para el estudio realizado recientemente en el año 2021 muestra que existen 84.1 millones de internautas lo que representa un 72% de la población de 6 o más años. Presenta a su vez que de estos el 90% se

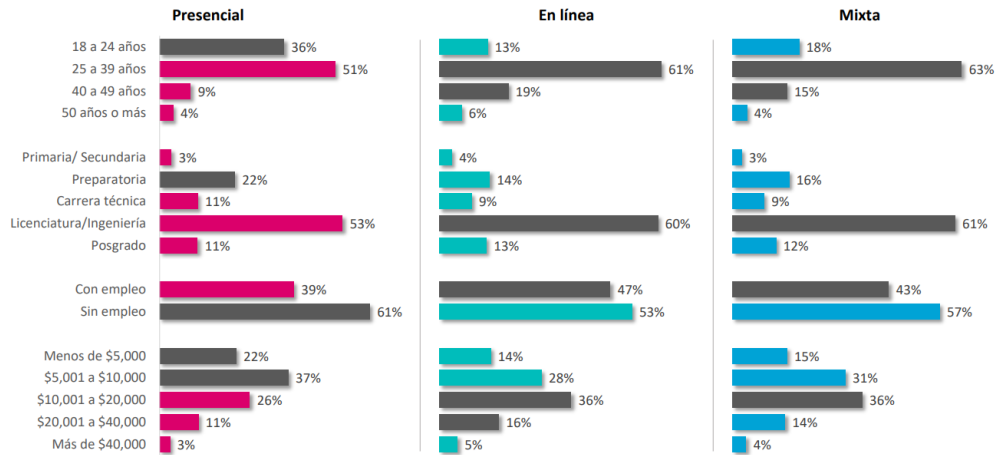
conecta a través de la conexión que tiene en sus hogares y un 68% desde cualquier lugar, además que el 92% se conecta por medio de su smartphone, mientras que el 45% lo hace por medio de sus computadoras. De entre las actividades que realiza mientras se encuentra conectado en internet solo el 6% lo hace para realizar cursos en línea, es necesario conocer la información que realiza el mismo sitio respecto a la educación en línea en México en su estudio realizado también en el 2021, donde el tamaño de su muestra fue de 4,484 profesionistas estudiando o con intenciones de estudiar, de los cuales el 39% fueron mujeres y el 61% hombres, de los niveles educativos de nivel básico, medio superior, superior y posgrado. Derivado de los cambios que trajo la pandemia, pocas personas tuvieron que adquirir algún dispositivo para adaptarse a la modalidad en línea como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Dispositivo para adaptarse a la modalidad 100% en línea.

**Fuente:** La Asociación de Internet MX, (1999)

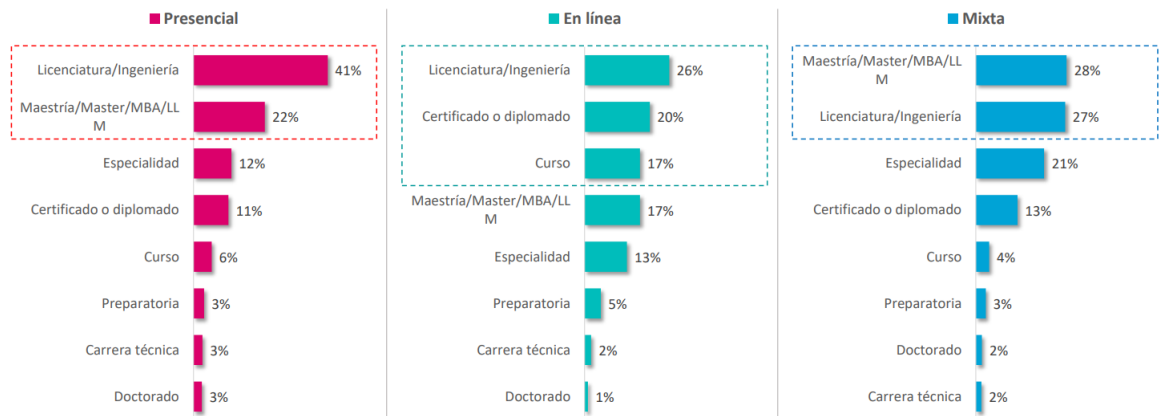
Como a su vez se presentan la pregunta y los resultados de Las modalidades en línea y mixta son preferidas en mayor medida por el grupo de 25 a 39 años y entre quienes tienen un empleo actualmente, la pregunta que se realizó en la encuesta fue la siguiente: Selecciona tu rango de edad. ¿Cuál es tu último grado de estudios acreditado? Selecciona el rango de sueldo mensual que actualmente percibes o el último que percibiste. Y los resultados que se obtuvieron se presentan en la Figura 3.



**Figura 3.** Las modalidades en línea y mixta son preferidas.

**Fuente:** La Asociación de Internet MX, (1999)

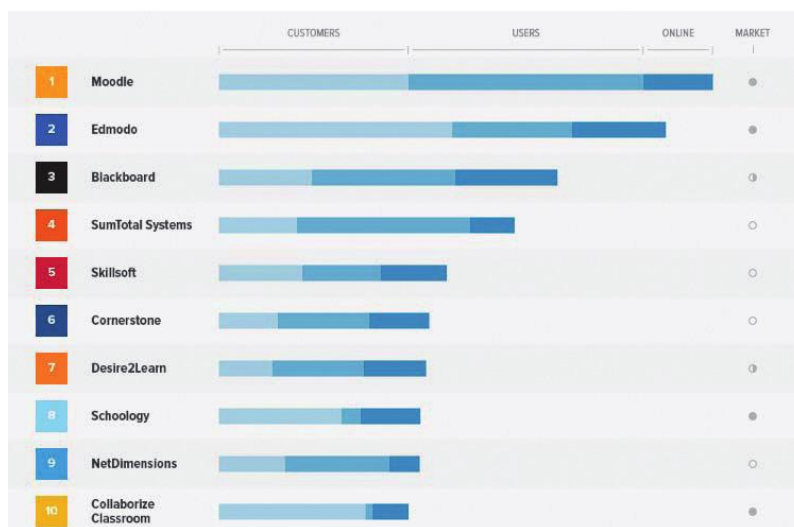
Finalmente presenta el sitio los resultados a la pregunta ¿Qué tipo de oferta educativa estas cursando? ¿qué nivel de estudios te interesa estudiar? A lo que los encuestados respondieron que en la modalidad de presencial se interesan por licenciaturas e ingenierías, mientras que en la modalidad mixta se inclinan a la propuesta de cursar una maestría o posgrado y finalmente la tendencia de la modalidad en línea son las certificaciones, diplomados o cursos, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Tendencias de estudio.

**Fuente:** La Asociación de Internet MX (1999)

Al analizar los datos, la tendencia de la mayoría es decidirse por cumplir sus estudios de manera mixta y en línea, por lo que el paso siguiente es descubrir cuáles son los LMS utilizados por la comunidad para realizar sus estudios por medio del internet, es por ello que es necesario remontarse al año 2012 en universidades iberoamericanas para conocer cuáles eran las plataformas educativas populares de ese entonces como lo presenta el autor Sáenz (2014) tal como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Top 10 de plataformas educativas en el 2012

**Fuente:** (Sáenz, 2014)

Para realizar la comparativa con las plataformas en la actualidad se acudió al sitio de internet Captera (2022) quien es un sitio que ha ayudado a las empresas a elegir un mejor software desde 1999, Captera propone una lista de las principales 25 herramientas de gestión para el aprendizaje del 2022 de un total en su base de datos de 1064 productos, bajo la consideración del sitio y de sus propias normas ha decidido eliminar elementos que no cumplían con sus requisitos de funcionalidad y revisiones para mostrarlos en la Figura 6, para que al final solo se presentaran los productos mejor calificados y más populares tomando en cuenta la consideración y evaluación de los usuarios finales.

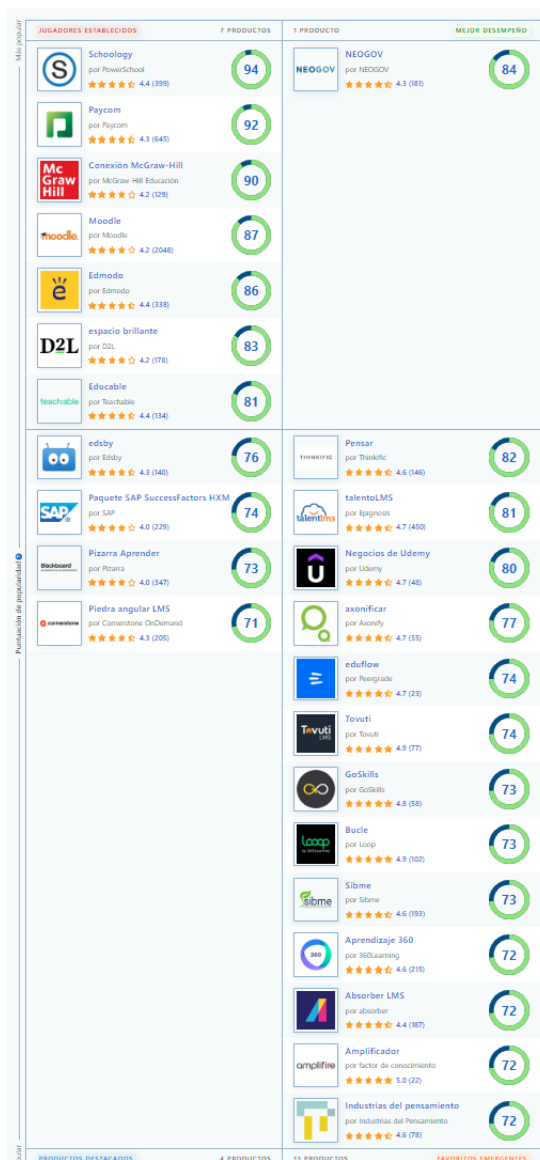


Figura 6. Top 25 de plataformas educativas en el 2022

Fuente: (Captera, 2022)

De los LMS presentados anteriormente están distribuidos en cuatro cuadrantes en el siguiente orden de importancia: primeramente, los establecidos que son aquellos que son altamente populares y altamente calificados. En un segundo lugar, los de mejor desempeño, son aquellos que son altamente populares como altamente estimados. En un tercer puesto, se encuentran los favoritos emergentes que son aquellos valorados y con popularidad. Y el cuarto lugar, los productos destacados

que son aquellos con popularidad y calificados. De ellos se centrará el análisis del primer cuadrante en los que la lista la conforman los siguientes LMS:

- *Brightspace* con 50 de 50 puntos de popularidad y calificaciones de 42/50
- *Moodle* con 45 de 50 puntos de popularidad y calificaciones de 44/50
- *Thinkific* con 42 de 50 puntos de popularidad y calificaciones de 45/50
- *Blackboard Learn* con 44 de 50 puntos de popularidad y calificaciones de 42/50
- *Teachable* con 44 de 50 puntos de popularidad y calificaciones de 42/50

Para realizar la investigación se dispone de un tiempo límite de tres años, por lo que se propone la siguiente distribución: en el primer año se formula la investigación documental dividida en planteamiento del problema, estado del arte y fundamentación, con ello tener terminado el protocolo y la fundamentación de la tesis. En un segundo año destinarlo al desarrollo e implementación además de haber presentado y aprobado el examen predoctoral, para que finalmente en el tercer y último año sea destinado para realizar modificaciones al producto, ajustes y redacción del producto final.

Una limitante para la implementación depende de los permisos de los responsables de las plataformas, esto con el fin de poder aplicarlas de manera funcional y directa en algunas de las más usuales y conocidas. Sin embargo, es comprensible, ya que, sin importar la institución, cada una de ellas maneja información sensible de cada alumno y el llevar a cabo la implementación se correrán ciertos riesgos como de oportunidades que en su mayoría no estarán dispuestos a asumir.

#### **1.4 Hipótesis**

La hipótesis de esta investigación se formula con base en el tema central del título, el objetivo general y los objetivos específicos delineados como hitos alcanzables.

Se concibe como una respuesta plausible a las interrogantes planteadas en el planteamiento del problema, tomando en consideración las variables que inciden en el proceso de desarrollo y permitiendo su verificación empírica. La estructura de la hipótesis se plantea en forma de relaciones causales, con la expectativa de que exista una influencia directa entre las variables estudiadas. En otras palabras, implica que un cambio en la variable (Agente Tutor) produce un cambio en otra variable (Disposición y permanencia):

- **Hipótesis nula:** Se postula que, al implementar el agente tutor y el diagnóstico de emociones en una plataforma de aprendizaje educativa, se logrará aumentar la disposición del estudiante hacia el estudio y su permanencia en el entorno de aprendizaje, mediante la mejora de la adaptabilidad del sistema a las necesidades individuales del estudiante.
- **Hipótesis alternativa:** Se postula que, la implementación del agente tutor y el diagnóstico de emociones en una plataforma de aprendizaje educativa no tendrá un efecto significativo en la disposición del estudiante hacia el estudio ni en su permanencia en el entorno de aprendizaje.

En este sentido, se propone que la implementación del agente tutor en las plataformas de aprendizaje educativas, junto con el diagnóstico de emociones, contribuirá significativamente a la mejora de la retención estudiantil y la adaptabilidad de los entornos de aprendizaje en línea. Se espera que esta intervención resulte en un aumento en la permanencia de los estudiantes en los cursos en línea, así como en una mayor disposición al estudio y una experiencia educativa más personalizada y efectiva para los usuarios.

## 1.5 Justificación

En esta sección se justifica la relevancia del tema al proponer el diseño de un módulo capaz de crear un personaje virtual basado en un tutor escolar. Este enfoque responde a la necesidad de explorar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje que se adapten a las demandas de la educación actual. Al diseñar un

tutor virtual con funciones similares a las de un tutor humano, se busca mejorar la experiencia educativa de los estudiantes y abordar los desafíos de la enseñanza en entornos digitales. La justificación de esta propuesta se fundamenta en la creciente importancia de la tecnología educativa y su potencial para transformar los procesos de aprendizaje.

Las plataformas educativas han experimentado una transformación radical en las últimas dos décadas, evolucionando en arquitectura, apariencia y funcionalidades. Su creciente uso se debe a su capacidad para adaptarse a las necesidades y ritmos de los usuarios, permitiéndoles personalizar su experiencia de aprendizaje y explorar temas de interés.

En el contexto de la investigación, es importante destacar cómo la educación en línea ha experimentado un notable crecimiento y aceptación en los últimos años. En un mundo donde las demandas laborales y personales son cada vez más exigentes, la flexibilidad que ofrece la educación en línea se ha convertido en una opción vital para aquellos que buscan avanzar en sus estudios y carreras profesionales.

La creciente popularidad de la educación en línea se debe en gran medida a su capacidad para adaptarse a los horarios y responsabilidades de los estudiantes, permitiéndoles acceder al contenido del curso y completar tareas desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta flexibilidad es especialmente relevante para aquellos que trabajan a tiempo completo, tienen responsabilidades familiares u otras limitaciones que dificultan la asistencia a clases presenciales.

Además, la educación en línea ofrece una variedad de opciones de aprendizaje, que van desde cursos cortos y certificaciones hasta programas de grado completo, lo que permite a los estudiantes adaptar su educación a sus necesidades específicas y metas profesionales. Esta diversidad de opciones brinda una mayor accesibilidad a la educación superior, superando barreras geográficas y económicas que podrían haber limitado previamente el acceso a la educación tradicional.

En este sentido, el desarrollo de herramientas innovadoras, como el módulo de tutor virtual propuesto en esta investigación, se vuelve aún más relevante. Estas herramientas pueden mejorar la experiencia de aprendizaje en línea al proporcionar un apoyo personalizado y una guía activa para los estudiantes, ayudándoles a superar desafíos y mantener su compromiso con el estudio a lo largo del tiempo.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la deserción estudiantil sigue siendo un problema persistente en los entornos de educación en línea. Ya sea al iniciar una licenciatura, maestría, doctorado o cursos MOOC, muchos estudiantes enfrentan a dificultades para mantener su compromiso con el aprendizaje en línea.

En México, la deserción estudiantil en entornos de educación en línea, especialmente a nivel superior, representa un desafío significativo que afecta tanto a los individuos como a la sociedad en su conjunto. Según datos del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), la deserción estudiantil en programas de educación superior en línea es un fenómeno preocupante.

En términos cuantitativos, se estima que un alto porcentaje de estudiantes que se inscriben en programas de educación en línea no completan sus estudios. De acuerdo con estadísticas del INEE, la tasa de deserción en la educación superior en línea puede ser considerable, afectando a una parte significativa de la población estudiantil.

La deserción estudiantil en entornos de educación en línea no solo tiene implicaciones individuales, sino que también impacta en la sociedad en general. La falta de finalización de los estudios puede limitar las oportunidades laborales y profesionales de los individuos, lo que a su vez afecta el desarrollo económico y social del país.

Además, la deserción estudiantil puede tener repercusiones en la realización personal de los individuos, afectando su autoestima, confianza y sentido de logro. La interrupción de los estudios puede generar sentimientos de frustración y desmotivación, lo que dificulta el retorno al sistema educativo y puede perpetuar ciclos de baja autoestima y falta de oportunidades.

Para abordar el desafío de la deserción estudiantil y mejorar la experiencia educativa en entornos virtuales, es fundamental desarrollar soluciones innovadoras que se adapten a las necesidades y características individuales de los estudiantes. En este contexto, proponemos la creación de un módulo de tutor virtual altamente personalizado y adaptable, diseñado para interactuar de manera efectiva con los alumnos en plataformas de aprendizaje en línea.

El módulo de tutor virtual representa una herramienta clave para brindar apoyo y orientación a los estudiantes a lo largo de su proceso educativo. Este innovador tutor virtual permitirá a los estudiantes interactuar de manera similar a como lo harían con un profesor o mentor en un entorno presencial. Lo distintivo de este módulo es su capacidad para aprovechar el perfil del estudiante, que comprende una amplia gama de dimensiones, incluidas características emocionales y anímicas.

Al basarse en el perfil del alumno, el módulo de tutor virtual considerará diversas dimensiones, como la personalidad, el historial académico, las preferencias de aprendizaje y, especialmente, el estado emocional y anímico del estudiante. Esta última dimensión es crucial y se abordará mediante el análisis de expresiones faciales durante la interacción en la plataforma educativa. Al detectar momentos de incomodidad o confusión, el módulo podrá responder de manera proactiva, ofreciendo apoyo adicional o ajustando el enfoque de enseñanza para mejorar la comprensión y el compromiso del estudiante.

La personalización es la piedra angular de este enfoque, ya que reconoce y valora la singularidad de cada estudiante. Al adaptarse dinámicamente a las necesidades y emociones del alumno, el módulo de tutor virtual crea una experiencia de aprendizaje más relevante, significativa y efectiva. Esto no solo aumenta la retención estudiantil, sino que también promueve un mayor compromiso y satisfacción con el proceso educativo en línea. En última instancia, este enfoque innovador tiene el potencial de transformar la forma en que se imparte y se experimenta la educación en entornos virtuales.

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN INICIAL**

## 2. MARCO REFERENCIAL

En esta sección se presenta la estructura conceptual requerida para entender, contextualizar y abordar el desarrollo del agente tutor, así como la metodología que se empleó para su desarrollo. Se examinaron algunos de los productos y prototipos habidos y por haber que tengan alguna semejanza a lo previsto en la investigación. La información que se presenta consta de conceptos, definiciones, ejemplos, todo enmarcado dentro de la siguiente clasificación: revisión de la literatura, marco metodológico y el estado del arte.

Es en esta sección donde se aborda el primero de los objetivos específicos. El cual refiere al identificar los componentes fundamentales de las plataformas de aprendizaje más utilizadas, contemplando su diseño, funcionalidades y su sistemas de interacción.

En la revisión de la literatura, se abordan los temas relacionados en la investigación donde se conceptualizan los términos de mayor relevancia de tal manera que se puedan contextualizar y entender su aplicación en el desarrollo del agente tutor. De entre los cuales se precisan los siguientes:

- Plataformas de aprendizaje
- Agente tutor
- Perfil del estudiante
- Emociones
- Inteligencia artificial

En el marco metodológico se establece la ruta a seguir respecto al cómo se realizará la detección de emociones, pues se analizan dos métodos encontrados. El primero a través del uso de Python y OpenCV. En contraste de un segundo el cual utiliza Java Script y Tensor Flow. La premisa es, ¿cuál de estos sería la herramienta idónea? Ya que la implementación se llevará a cabo en plataformas de aprendizaje que se encuentran alojadas en servidores en internet. La intención es contemplar la estructura natural y básica de la mayoría para que su compatibilidad sea mayor.

En el mismo apartado se describe de manera superficial la metodología empleada para la realización el desarrollo del agente tutor. Donde la propuesta es la metodología de *personal software process* (PSP de sus siglas en inglés) o proceso personal de software. Su elección radica en que es una metodología ágil de desarrollo pensada para el desarrollo de prototipos. El cual su desarrollo lo puede llevar acabo una persona como un grupo de trabajo pequeño de mínimo dos personas.

En el estado del arte se describe lo que se ha encontrado habido y por haber a fechas de la creación de esta investigación. La búsqueda y elección se basan en la semejanza del trabajo realizado tomando en consideración la estructura de la revisión sistemática de la literatura, haciendo más énfasis en el término agente tutor.

## **2.1 Revisión sistemática de la literatura**

El contenido teórico de la investigación se modela a partir de las plataformas de aprendizaje, su propósito y fin. Estableciendo sus principales características y herramientas. Seguido de quienes un agente tutor, cuales su función y que relación establece con el alumno. Conocer del estudiante su perfil, del cual se abordarán elementos como las emociones y el estado anímico. Del reconocimiento facial se establecen algunos elementos básicos de la identificación. Finalizando con la inteligencia artificial, retomando un poco de los últimos avances aplicados a la generación de imágenes y generación video en tiempo real.

### **2.1.1 Plataformas de aprendizaje**

Una plataforma de aprendizaje está diseñada para apoyar a los profesores en la creación, impartición y administración de materias educativas, certificaciones, diplomados, cursos y capacitaciones, constituida por aplicaciones para la creación de materiales, además de contar con mecanismos de evaluación, todo desde un servidor dedicado a través de internet (Sánchez, 2009).

Existen diversas formas de clasificar las plataformas educativas, dependiendo del enfoque que se adopte. En su estudio, los autores Rosario Herrada y Raúl Baños (2018) proponen una clasificación interesante basada en el tipo de software necesario para su funcionamiento. Según su propuesta, se pueden distinguir tres categorías principales: las plataformas básicas, las especializadas y las exóticas.

- LAMP: (Linux+Apache+MySQL+PHP), las plataformas que se basan en esta tecnología son: Chamilo, Claroline, ATutor y Moodle.
- Sakai, que requieren Java+Tomcat+MySQL u Oracle.
- LRN, que utiliza TCL+PostgreSQL u Oracle.
- OpenMOOC, que emplea Python+PHP+LDAP+PostgreSQL.

Las primeras son relativamente simples de instalar y pueden ser utilizadas en una variedad de dispositivos, incluso en medios de almacenamiento removibles, a diferencia de las plataformas más especializadas y exóticas demandan personal técnico calificado y una planificación detallada al implementarse en entornos educativos.

Los elementos que componen una plataforma de aprendizaje tal y como lo refiere el sitio de internet Captera (2022), que presenta primeramente elementos novedosos indispensables para cumplir con su propósito son las siguientes herramientas, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Herramientas de plataformas educativas

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Creación de cursos	Usa herramientas integradas para organizar varios formatos de material de aprendizaje (texto, audio, video, etc.) en cursos de aprendizaje en línea cohesivos.
Gestión de cursos	Almacene y gestione de forma segura sus ofertas de cursos en línea. Agrupa los cursos en currículos preestablecidos por tema, duración, entre otros.

Pruebas y evaluaciones	Cree evaluaciones para aprobar/reprobar a los estudiantes en cursos específicos o simplemente pruebe cuánto conocimiento han retenido.
Gestión de estudiantes	administre una lista de estudiantes y realice un seguimiento de las estadísticas relacionadas con sus tasas de finalización del curso, puntajes de evaluación, etc.
Gestión de rutas de aprendizaje	Cree rutas de aprendizaje personalizadas con tareas adaptadas a cada alumno según sus necesidades y preferencias.
Aula virtual	programe clases dirigidas por un instructor en vivo a las que los estudiantes puedan asistir y participar de forma remota mediante una cámara web.
Aprendizaje social	Anime a los estudiantes en el LMS a interactuar entre ellos a través del intercambio de cursos, foros de discusión, blogs personalizados y otras características.
Análisis e informes	vea estadísticas y tendencias de eLearning de alto nivel de un vistazo y genere informes estandarizados para las partes interesadas.

**Fuente:** adaptación personal.

Así mismo refiere que en respuesta a las solicitudes de parte de los usuarios han mejorado la experiencia de aprendizaje al realizar la combinación de estos elementos, innovando con elementos novedosos para que los usuarios que interactúan en ellas puedan encontrar:

- a) Entregar contenido de aprendizaje. La plataforma educativa está diseñada para incorporar cualquier tipo de contenido, ya sea creado por un particular o que lo haya comprado de un proveedor, al contenido de la plataforma puede acesarse desde computadoras, tabletas e incluso desde teléfonos inteligentes.
- b) Seguimiento del progreso del alumno. Es decir, la plataforma educativa puede rastrear automáticamente información relevante del alumno, como identificar qué cursos de aprendizaje se han completado o si un determinado alumno aprobó o no una prueba importante.
- c) Fomentar la participación y el debate de los estudiantes. Gracias a la construcción de características sociales como las insignias de gamificación,

las tablas de clasificación y los foros de discusión, son detonantes que alientan a los estudiantes a involucrarse y socializar.

- d) Agregar y analizar datos. Los paneles de control del software están diseñados para mostrar datos sobre los conocimientos más importantes del alumno, lo que permite que el administrador pueda monitorear las tendencias y realizar mejoras a los contenidos o del plan de estudios según sea necesario.

En el mercado global existen múltiples proveedores los cuales dependiendo el interés social o empresarial que persigan pueden ofertar plataformas de aprendizaje comerciales y plataformas de software libre (Sánchez, 2009).

- a) La diferencia en ellas es que las primeras son aquellas por las que se tiene que emitir un pago por su uso, al cual se le conoce como la adquisición de una licencia. El cual dependerá por los servicios solicitados, como para el número de usuarios y el tiempo para su renovación. Se consideran de esta forma porque son proveedores que se dedican a desarrollar este tipo de software. Del cual se vuelven expertos, es decir, cada vez más de ellos realizan entregas que son versátiles, complejas y completas. De los servicios adicionales y personales que pueden ofertar se encuentran los siguientes:

- Asistencia técnica en horarios específicos.
- Actualizaciones recurrentes
- Dan fiabilidad
- Crean módulos específicos acorde a las necesidades del contratante

- b) Mientras que por otro lado se encuentran las que son de accesos libre (GPL de sus siglas en ingles), esto significa que existen ciertas libertades sobre el software, lo cual no significa que sea gratis, pero que en su mayoría lo son. Las libertades que se enmarca son cuatro:

- Libertad cero: para hacer uso del software con cualquier propósito.
- Libertad uno: para conocer cómo es que funciona el programa y poder adaptarlo a las necesidades, es necesario contar con el código fuente.
- Libertad dos: La libertad para hacer copias.

- Libertad tres: Libertad de realizar mejoras, esto con la intención de beneficiar a los miembros de la comunidad.

La clasificación de las plataformas de aprendizaje que se presentan, se basa en una comprensión general del campo de la educación y la tecnología educativa. No se deriva específicamente de una referencia científica única, sino que es el resultado de la investigación y la literatura en el campo de la educación en línea, la tecnología educativa y la pedagogía.

Las clasificaciones de las plataformas de aprendizaje suelen estar fundamentadas en la observación y el análisis de las prácticas educativas, así como en la evolución de la tecnología y su aplicación en entornos educativos. Los expertos en el campo, académicos, profesionales de la educación y desarrolladores de tecnología educativa contribuyen a la comprensión y la formulación de estas clasificaciones a través de sus investigaciones, experiencias y prácticas.

En el ámbito de la educación, las plataformas de aprendizaje juegan un papel fundamental al proporcionar entornos virtuales donde estudiantes y educadores pueden interactuar, compartir recursos, y participar en actividades de aprendizaje de manera colaborativa y estructurada. La diversidad y complejidad de estas plataformas han llevado a la necesidad de clasificarlas según sus características y funcionalidades distintivas (Herrada, 2018).

La clasificación de las plataformas de aprendizaje se fundamenta en la diversidad de enfoques de inflexión, tecnológicos y de diseño que estas adoptan. Desde entornos totalmente virtuales hasta sistemas híbridos que combinan la instrucción presencial y en línea, las plataformas de aprendizaje abarcan una amplia gama de modelos y herramientas que buscan adaptarse a las necesidades y contextos educativos diversos (Mendizábal & Valenzuela, 2015).

La clasificación propuesta de las plataformas de aprendizaje va más allá de simplemente categorizarlas como comerciales, de software libre o de desarrollo propio, como se ha mencionado anteriormente. Se basa en múltiples dimensiones que han sido analizadas a lo largo de la investigación, además de incorporar la

propuesta del sitio Blog Comparasoftware (Cacciavillani, 2024). Estas dimensiones se dividen en tres categorías principales: enfoque de inflexión, modalidad de implementación y tipo de contenido ofrecido.

- Enfoque de inflexión:
  - Plataformas Tradicionales: Replican el modelo de enseñanza tradicional en línea, con un énfasis en la entrega de contenido y evaluaciones.
  - Plataformas Adaptativas: Ajustan el contenido y la presentación según las necesidades y el progreso individual del estudiante.
  - Plataformas Colaborativas: Fomentan la interacción y colaboración entre estudiantes y con el profesor, promoviendo un aprendizaje social y constructivista.
  - Plataformas Experienciales: Ofrecen un aprendizaje basado en proyectos, simulaciones y experiencias prácticas, centrado en el desarrollo de habilidades y competencias.
- Modalidad de Implementación:
  - Plataformas de Gestión del Aprendizaje (LMS): Utilizadas para administrar cursos, materiales, calificaciones y comunicación en entornos educativos.
  - Plataformas de Aprendizaje Social: Centradas en la colaboración, interacción y construcción colectiva del conocimiento a través de redes sociales y comunidades en línea.
  - Plataformas de Aprendizaje en Línea: Diseñadas específicamente para la enseñanza y el aprendizaje a través de internet, ofreciendo una experiencia educativa completa y flexible.
- Tipo de Contenido:
  - Plataformas Especializadas: Enfocadas en áreas específicas del conocimiento, como la programación, los idiomas, la música, entre otros.

- Plataformas Genéricas: Ofrecen una variedad de cursos y contenido sobre una amplia gama de temas, adaptándose a las necesidades e intereses diversos de los usuarios.
- Plataformas Interactivas: van más allá de la entrega de contenido estático y ofrecen herramientas interactivas y de colaboración que fomentan la participación activa de los estudiantes.

En lo siguiente se abordarán únicamente las plataformas con un enfoque de inflexión, específicamente aquellas en las que se centra el interés de la investigación, principalmente las plataformas educativas adaptativas. No obstante, las otras dos categorías también incluyen aspectos relevantes que pueden ser mencionados dentro de esta primera clasificación.

### **2.1.1.1 Plataformas de Aprendizaje Tradicionales**

Estas plataformas se centran en la entrega de contenido didáctico y la administración de actividades de aprendizaje de manera estructurada. Suelen incluir funciones básicas como la gestión de cursos, la entrega de materiales educativos y la evaluación del rendimiento del estudiante, como se ha mostrado un poco del tema en la sección de delimitación o alcances de la metodología.

Además, este tipo de plataformas representan una extensión del modelo de enseñanza convencional al ámbito digital, donde se prioriza la entrega sistemática de contenido educativo y la evaluación del progreso del estudiante (Captera, 2022). Estas plataformas están diseñadas para replicar, en gran medida, la experiencia de aprendizaje tradicional en un entorno virtual, con un énfasis en la transmisión de conocimientos y la realización de evaluaciones formales.

Una característica fundamental de las plataformas tradicionales es su enfoque en la entrega de contenido didáctico estructurado y la administración eficiente de actividades de aprendizaje. Estas plataformas proporcionan un espacio digital donde los profesores pueden organizar y distribuir materiales educativos, como lecturas, videos, presentaciones y ejercicios prácticos, de manera organizada y accesible para los estudiantes.

Además de la gestión de contenidos, suelen ofrecer una variedad de herramientas y funcionalidades básicas para facilitar la interacción entre profesores y estudiantes, así como para monitorear el progreso académico de los alumnos. Entre las funciones comunes se encuentran la creación y administración de cursos, la asignación de tareas y actividades, la comunicación a través de foros y mensajes directos, y la evaluación del rendimiento mediante exámenes y pruebas.

Estas plataformas, si bien pueden variar en su alcance y complejidad, comparten el objetivo principal de proporcionar un entorno virtual estructurado y organizado que apoye la enseñanza y el aprendizaje de manera eficaz y eficiente. Sin embargo, su enfoque predominante en la entrega de contenido y la evaluación del rendimiento puede limitar su capacidad para fomentar la participación activa, la colaboración entre estudiantes y la exploración creativa de los temas de estudio.

### **2.1.1.2 Plataformas Educativas Adaptativas**

Las plataformas educativas adaptativas representan una evolución significativa en el ámbito de la enseñanza en línea al ofrecer un enfoque altamente personalizado y adaptativo al proceso de aprendizaje. Estas plataformas se destacan por su capacidad para ajustar dinámicamente el contenido y la presentación del material educativo según las necesidades y el progreso individual de cada estudiante, utilizando algoritmos avanzados y análisis de datos para optimizar la experiencia de aprendizaje.

Una de las características distintivas de este tipo de plataformas educativas es su capacidad para adaptarse de manera inteligente a las habilidades, preferencias y estilos de aprendizaje de cada estudiante (Cuantindioy, González, Muñoz, & Díaz, 2019). Utilizando algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos, estas plataformas recopilan información detallada sobre el desempeño y el comportamiento de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje, lo que les permite generar perfiles de aprendizaje individualizados y ofrecer recomendaciones y actividades personalizadas.

El aspecto más destacado de las plataformas adaptativas es su capacidad para ajustar el contenido, la secuencia de aprendizaje y las actividades en función de las necesidades específicas de cada estudiante en tiempo real. Esto significa que los estudiantes reciben una experiencia de aprendizaje única y altamente adaptada que se adapta a su nivel de habilidad, ritmo de aprendizaje y áreas de interés, lo que maximiza su compromiso y motivación para aprender.

Además de la personalización del contenido, también pueden proporcionar retroalimentación inmediata y sugerencias de mejora en función del rendimiento del estudiante, lo que les permite identificar y abordar áreas de debilidad de manera efectiva y eficiente. Algunos ejemplos destacados pueden verse en la tabla 2.

**Tabla 2.** Plataformas educativas adaptativas

N. P.	PLATAFORMA	DESCRIPCIÓN
1	<i>DreamBox</i>	Es una plataforma educativa adaptativa que se centra en las matemáticas. Utiliza algoritmos de inteligencia artificial para adaptar el contenido y las actividades de aprendizaje según el nivel de habilidad y el progreso del estudiante.
2	<i>Knewton</i>	Es una plataforma que se integra con varios sistemas de gestión del aprendizaje y proporciona contenido adaptativo en una variedad de materias, incluyendo matemáticas, ciencias y humanidades. Se adapta continuamente al rendimiento y las necesidades de cada estudiante.
3	<i>Assessment and Learning in Knowledge Spaces (ALEKS)</i>	Es una plataforma de aprendizaje adaptativo que se enfoca en las matemáticas y las ciencias. Utiliza un sistema de evaluación inicial para determinar el nivel de habilidad de cada estudiante y luego adapta el contenido y las actividades en función de sus necesidades individuales.
4	<i>Smart Sparrow</i>	Es una plataforma de aprendizaje adaptativo que permite a los educadores crear contenido interactivo y personalizado. Utiliza datos de interacción del estudiante para adaptar el contenido y ofrecer retroalimentación personalizada en tiempo real.
5	<i>IXL Learning</i>	Ofrece una plataforma de aprendizaje adaptativo que cubre una amplia variedad de materias, desde matemáticas hasta ciencias sociales. Utiliza algoritmos adaptativos para identificar las fortalezas y debilidades de

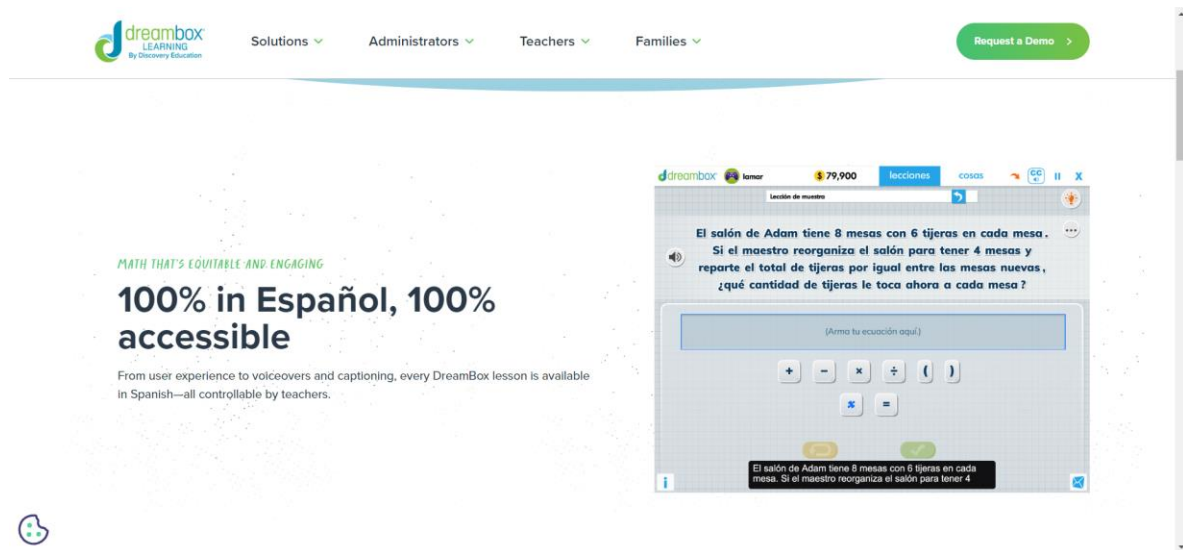
---

cada estudiante y proporcionar actividades personalizadas para mejorar su aprendizaje.

---

**Fuente:** adaptación personal.

Es por ello que este tipo de plataformas representan una poderosa herramienta para la enseñanza y el aprendizaje en línea, al ofrecer una experiencia educativa altamente personalizada y adaptativa que se ajusta a las necesidades individuales de cada estudiante. Algunas de estas plataformas pueden llegar a presentar su contenido en otros idiomas, como la plataforma de *Dreambox* que tiene su plataforma para el idioma español tal como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Interface de Dreambox.

**Fuente:** (DreamBox, 2023)

Al aprovechar la tecnología y los datos, estas plataformas están transformando la forma en que se entrega y se consume el contenido educativo, mejorando significativamente la efectividad y la eficiencia del proceso de aprendizaje. En la actualidad se está involucrando a la inteligencia artificial para lograr este tipo de adaptación.

### 2.1.1.3 Plataformas Educativas Colaborativas

Son entornos en línea diseñados para fomentar la interacción y colaboración entre estudiantes y con el profesor, con el objetivo de promover un aprendizaje social y constructivista. Estas plataformas proporcionan herramientas y recursos que permiten a los estudiantes trabajar juntos, compartir ideas, resolver problemas y construir conocimiento de manera colaborativa (Serna & Alvites-Huamaní, 2021). Algunas características principales de las plataformas educativas colaborativas incluyen aspectos como los que se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Características de Plataformas educativas colaborativas

N.P.	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
1	Foros de Discusión:	Permiten a los estudiantes y al profesor participar en discusiones en línea sobre temas específicos relacionados con el contenido del curso, compartiendo opiniones, preguntas y respuestas (Zurita Cruz, 2020).
2	Wikis:	Los wikis son herramientas que permiten la creación y edición colaborativa de documentos en línea. Los estudiantes pueden contribuir con contenido, editar y revisar el trabajo de otros, facilitando la construcción colectiva del conocimiento (Núñez, Míguez, & Seoane, 2016).
3	Trabajo en Grupo:	Estas plataformas ofrecen funciones que facilitan la organización y gestión de proyectos en grupo. Los estudiantes pueden formar equipos, asignar tareas, compartir archivos y colaborar en la realización de proyectos y actividades (Zurita Cruz, 2020).
4	Herramientas de Comunicación:	Incluyen chat en línea, mensajería instantánea, videoconferencias y otras herramientas de comunicación que permiten a los estudiantes y al profesor interactuar en tiempo real, facilitando la colaboración y el intercambio de ideas.
5	Espacios de Compartición de Recursos:	Las plataformas colaborativas también proporcionan espacios donde los estudiantes y el profesor pueden compartir recursos educativos, como documentos, presentaciones, enlaces web y

---

archivos multimedia, para enriquecer el proceso de aprendizaje.

---

**Fuente:** adaptación personal.

Estos espacios virtuales facilitan la participación activa de los estudiantes al permitirles participar en discusiones en línea sobre temas específicos relacionados con el contenido del curso. Los foros de discusión son especialmente útiles para compartir opiniones, preguntas y respuestas (Buil, Hernández, & Sesé, 2012). Además, los wikis, que son herramientas que permiten la creación y edición colaborativa de documentos en línea, son utilizados para la construcción colectiva del conocimiento.

Otra característica importante de estas plataformas es su capacidad para organizar y gestionar proyectos en grupo. Los estudiantes pueden formar equipos, asignar tareas, compartir archivos y colaborar en la realización de proyectos y actividades. Además, las herramientas de comunicación en tiempo real, como el chat en línea, la mensajería instantánea y las videoconferencias, facilitan la interacción entre los participantes, promoviendo así la colaboración y el intercambio de ideas. Algunos ejemplos de este tipo de plataformas se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.** Plataformas educativas colaborativas

N. P.	PLATAFORMA	DESCRIPCIÓN
1	<i>Edmodo</i>	Es una red social educativa que permite a los profesores crear aulas virtuales donde pueden compartir recursos, publicar tareas, realizar evaluaciones y comunicarse con los estudiantes y los padres. <i>Edmodo</i> fomenta la colaboración y el intercambio de ideas mediante la creación de comunidades educativas en línea.
2	<i>Canvas</i>	Es una plataforma de gestión del aprendizaje (LMS) que ofrece herramientas para la creación, distribución y evaluación de contenido educativo en línea. <i>Canvas</i> permite la colaboración entre estudiantes a través de funciones como la discusión en línea, la colaboración en proyectos y la interacción con el contenido del curso.

---

3	<i>Moodle</i>	Es un sistema de gestión del aprendizaje de código abierto que permite a los educadores crear entornos virtuales de aprendizaje donde pueden impartir clases, distribuir recursos, administrar actividades y evaluar el progreso de los estudiantes. <i>Moodle</i> promueve la colaboración y la participación activa de los estudiantes a través de herramientas como foros de discusión, wikis y tareas en línea.
4	Google Classroom	Es una plataforma desarrollada por Google que permite a los profesores crear clases en línea, distribuir tareas, comunicarse con los estudiantes y calificar su trabajo. Google Classroom facilita la colaboración entre estudiantes y con el profesor a través de funciones como la entrega de trabajos, la discusión en línea y la retroalimentación inmediata.

**Fuente:** adaptación personal.

Además, las Plataformas Educativas Colaborativas proporcionan espacios donde los estudiantes y el profesor pueden compartir recursos educativos, como documentos, presentaciones, enlaces web y archivos multimedia, enriqueciendo de esta manera el proceso de aprendizaje y promoviendo una mayor participación y compromiso por parte de los estudiantes (Mora-Vicarioli & Hooper-Simpson , 2016).

La presencia de una amplia gama de plataformas digitales para la enseñanza como *Moodle* (ver figura 8), *Blackboard* o *WebCT*, ha permitido que tanto profesores como alumnos interactúen utilizando computadoras y dispositivos móviles, ya sea de manera simultánea o diferida. Esta situación ha facilitado la adopción de enfoques pedagógicos activos, como el aprendizaje cooperativo, que han demostrado ser efectivos para el desarrollo de competencias y la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. A pesar del interés en este tema, no se han encontrado revisiones actualizadas sobre experiencias didácticas e investigaciones que promuevan el aprendizaje cooperativo mediante el uso de las nuevas tecnologías, y que estén disponibles en español (Herrada, 2018).



**Figura 8.** Página oficial de *Moodle*.

**Fuente:** (Moodle, Moodle, 2022).

*Moodle* como el resto de las plataformas ofrecen un entorno dinámico y participativo donde los estudiantes pueden trabajar juntos, compartir conocimientos y experiencias, y construir su comprensión de manera activa y colaborativa. Este enfoque no solo fomenta un aprendizaje significativo, sino que también promueve el desarrollo de habilidades sociales y colaborativas importantes para el éxito en el mundo actual.

#### **2.1.1.4 Plataformas educativas experienciales**

Son aquellas que están diseñadas para ofrecer a los estudiantes oportunidades de aprendizaje práctico y basado en la experiencia. Estas plataformas se centran en el desarrollo de habilidades y competencias a través de proyectos, simulaciones y actividades prácticas que permiten a los estudiantes aplicar el conocimiento en contextos reales o simulados.

Una característica clave de las plataformas educativas experienciales es su enfoque en el aprendizaje activo y participativo. En lugar de limitarse a la entrega pasiva de información, estas plataformas involucran a los estudiantes en actividades

prácticas que les permiten explorar conceptos, resolver problemas y tomar decisiones de manera activa (Balmaceda Castro, y otros, 2019).

Las simulaciones son una parte fundamental de las plataformas educativas experienciales. Permiten a los estudiantes experimentar situaciones del mundo real en un entorno controlado y seguro, lo que les brinda la oportunidad de practicar habilidades y tomar decisiones sin riesgos. Por ejemplo, en el campo de la medicina, los estudiantes pueden utilizar simuladores para practicar procedimientos médicos o diagnosticar enfermedades (Gatica Lara, 2012).

Además de las simulaciones, las plataformas educativas experienciales también pueden incluir proyectos de investigación, estudios de caso, juegos de roles y actividades prácticas en el aula o en entornos virtuales. Estas actividades están diseñadas para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la colaboración y la toma de decisiones, habilidades que son esenciales para el éxito en la vida personal y profesional.

Las plataformas educativas experienciales brindan a los estudiantes la oportunidad de aprender a través de la práctica y el desarrollo activo, con el objetivo de lograr un producto final. Esta metodología permite el desarrollo de habilidades prácticas y la aplicación del conocimiento en situaciones del mundo real. Sin embargo, es importante tener en cuenta la experiencia del usuario, ya que ignorarla puede llevar a una alta tasa de abandono de los cursos en línea, lo cual es un desafío común en el ámbito del e-learning (Caparrós, 2024). Estas plataformas son particularmente efectivas para fomentar un aprendizaje profundo y significativo que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno.

### **2.1.1.5 Plataformas de Aprendizaje Interactivas**

Las Plataformas Educativas Interactivas representan un avance significativo en la educación en línea, al proporcionar una experiencia más dinámica y participativa para los estudiantes. Estas plataformas ofrecen una variedad de herramientas diseñadas para involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Van más allá de la entrega de contenido estático y proporcionan

herramientas interactivas y de colaboración que fomentan la participación activa de los estudiantes.

Una característica central de las plataformas interactivas es la capacidad de colaborar en tiempo real. Los estudiantes pueden participar en discusiones grupales, exposiciones, trabajar en proyectos colaborativos y compartir recursos de manera instantánea (Rubio-Jordán, 2011). Esto fomenta el trabajo en equipo y la construcción colectiva del conocimiento.

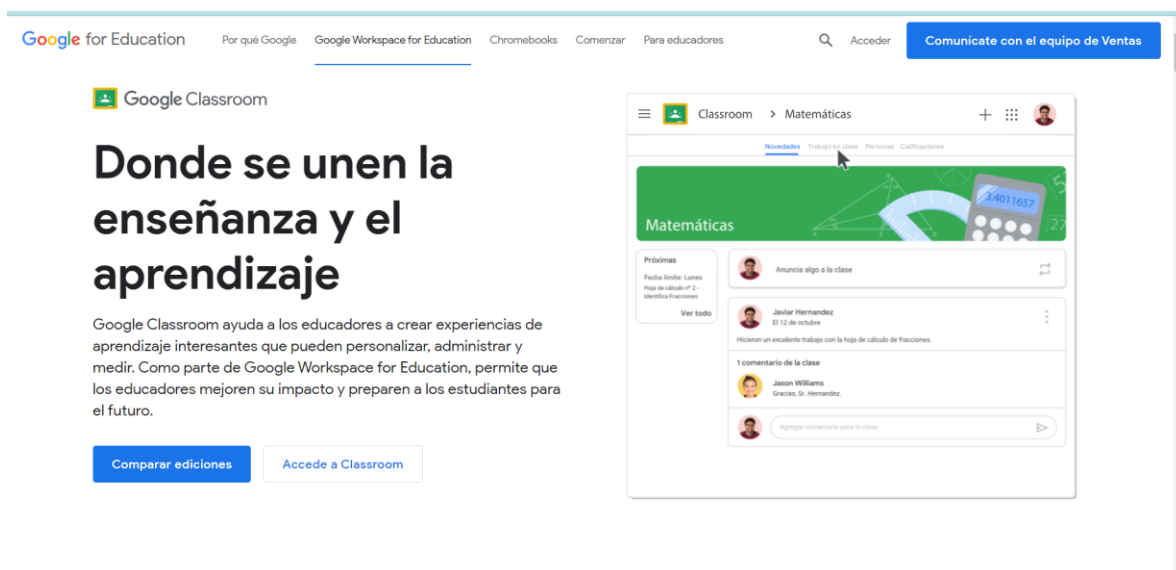
Además, estas plataformas suelen ofrecer mecanismos integrados para proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes. Esto puede incluir la evaluación automatizada de respuestas, comentarios en línea sobre el trabajo de los estudiantes y la generación instantánea de resultados de las actividades de aprendizaje. El *feedback* inmediato ayuda a los estudiantes a comprender su progreso y a identificar áreas de mejora de manera oportuna (Rubio-Jordán, 2011).

Muchas de ellas utilizan tecnologías adaptativas para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. A través del análisis de datos y algoritmos de aprendizaje automático, estas plataformas pueden identificar las fortalezas y debilidades individuales de los estudiantes, ofreciendo contenido y actividades que se ajusten a sus necesidades específicas de aprendizaje.

En la actualidad existen varios ejemplos de plataformas educativas interactivas que se utilizan ampliamente en entornos educativos. Estos son solo algunos ejemplos de plataformas educativas interactivas que están siendo utilizadas por educadores y estudiantes en todo el mundo para mejorar la experiencia de aprendizaje mediante la interacción y la colaboración (ver figura 9):

- *Canvas*: Es una plataforma de gestión del aprendizaje (LMS) que ofrece una amplia gama de herramientas interactivas y de colaboración, como foros de discusión, mensajería instantánea, videoconferencias y herramientas de evaluación.

- *Moodle*: es otro LMS popular que proporciona una serie de características interactivas, incluyendo foros de discusión, wikis, cuestionarios y actividades de colaboración en grupo.
- *Google Classroom*: Esta plataforma de Google permite a los educadores crear clases en línea, distribuir tareas, proporcionar retroalimentación y fomentar la colaboración entre estudiantes a través de herramientas como Google Docs, Google Sheets y Google Slides.
- *Edmodo*: es una plataforma de aprendizaje social que permite a los educadores crear aulas virtuales, compartir recursos educativos, asignar tareas y comunicarse con los estudiantes y padres de familia de forma segura.
- *Nearpod*: es una plataforma interactiva que permite a los educadores crear presentaciones interactivas, cuestionarios, encuestas y actividades multimedia para involucrar a los estudiantes durante las clases en línea o presenciales.



**Figura 9.** Sitio oficial de *Google Classroom*.

**Fuente:** (Classroom, 2023).

Este tipo de plataformas interactivas, suelen integrar una amplia variedad de recursos multimedia, como videos, animaciones, presentaciones y documentos

interactivos. Esto enriquece el contenido educativo y ofrece a los estudiantes diferentes modalidades de aprendizaje para adaptarse a sus estilos de aprendizaje preferidos.

### 2.1.2 Agente tutor

La figura de un docente que acompañe al alumno durante su estancia en la escuela en México comprende desde la educación media superior al incorporar la figura de tutores, funcionales de manera presencial en el grado, sin embargo, con la introducción de la modalidad de estudios en línea, respetando esa misma estructura se plantea en el sitio oficial de la secretaria de educación pública SEP en la extensión de prepa en línea, la cual los comprenden como:

“Son profesionales con formación en el ámbito psicopedagógico. Se encargan de brindar acompañamiento, seguimiento y asesoría al estudiantado en cuestiones técnicas, tecnológicas, psicopedagógicas, socioemocionales y administrativas que favorezcan su adaptación al modelo educativo, permanencia y egreso escolar” (SEP, 2022).

Las funciones que realiza un tutor de manera presencial en una institución establecida físicamente en una localidad no son diferentes a las que puede desempeñar de manera virtual, sin embargo, si tendrán que adecuarse algunas adicionales para que pueda tener un óptimo desempeño, la función primordial del tutor en línea es realizar el acompañamiento desde un inicio hasta el final de sus estudios, tal como lo haría un tutor de manera presencial, dentro de las funciones que debe cubrir el sitio SEP (2022) presenta las siguientes:

Propiciar un clima escolar favorable al aprendizaje, que estimule a cada estudiante y lo motive.

- Favorecer la adaptación de los estudiantes al modelo educativo.
- Recomendar herramientas y recursos digitales que contribuyan al uso de estrategias de aprendizaje y de la tecnología.
- Implementar estrategias psicopedagógicas, socioemocionales y de orientación educativa, de acuerdo con las necesidades del estudiantado.

- Difundir información relacionada con la normativa y temas de gestión escolar vigentes.
- Diseñar, implementar y registrar intervenciones educativas individuales y grupales con base en los diferentes tipos y niveles de riesgo académico.
- Brindar información a los estudiantes que soliciten o requieran apoyo psicológico, sobre las entidades e instituciones especializadas.
- Generar y promover un ambiente seguro, de confianza, respeto, motivante en el aula virtual, las sesiones síncronas y con cada intervención.
- Colaborar con otros agentes educativos para contribuir a la formación del ciudadano digital.

Sin embargo, en el mismo sitio se presenta una figura adicional de asesor virtual, lo interesante y de importancia, son algunas de las funciones que se presentan y que se pretenden modelar en la construcción del agente tutor, para apreciar aún mejor, el sitio de la SEP (2022) menciona la responsabilidad que tienen los tutores, a lo que refiere que ellos son “los responsables de facilitar, evaluar y retroalimentar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, mediante la aplicación de estrategias didácticas y pedagógicas congruentes con la modalidad de estudios”.

Su intervención en el estudiante es propiciar la construcción del conocimiento, animándolo a que ellos pueda realizar la búsqueda del conocimiento por medio de la indagación, a diferencia de la anterior este menciona que si surge del de las comunidades de aprendizaje virtual, con la intención de apoyar a los estudiantes en la socialización, así como guiarlos en el proceso de conocimiento y exploración de contenidos en la plataforma educativa, como lo más importante la construcción del conocimiento de manera colaborativa, por lo que el sitio define algunas funciones de manera muy precisa las cuales se enlistan a continuación:

- Implementar estrategias pedagógicas virtuales, con el fin de facilitar un aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias en los estudiantes.
- Orientar y responder oportuna y pertinentemente las dudas e inquietudes que los estudiantes manifiesten.

- Evaluar y retroalimentar las actividades de aprendizaje que realizan los estudiantes.
- Realizar mínimo una sesión síncrona por semana, como espacio de aprendizaje e interacción.
- Promover la comunicación asertiva y la netiqueta.
- Colaborar en la revisión de contenidos y actividades para proveer a los estudiantes de elementos que enriquezcan su proceso de aprendizaje.
- Elaborar propuestas de actividades en función de los aprendizajes a desarrollar en los módulos asignados.
- Participar en actividades de formación, capacitación y actualización para el fortalecimiento del ejercicio de su práctica educativa.

En plataformas de aprendizaje la presencia del tutor según el autor Silva (2010) reafirma que el tutor es quién diseña, facilita y orienta los procesos cognitivos y sociales, destaca en su propuesta que el papel del tutor es pasar de ser transmisor de conocimiento a facilitador de aprendizaje, compartiendo el objetivo de obtener resultados educativos significativos. Propone después de su revisión de la literatura que el tutor puede clasificarse en tres categorías principales:

Diseño y organización: relacionado el proceso pedagógico, soporte e implementación en una plataforma educativa, en esta se involucra el diseño por medio de decisiones estructurales, y de organización a través de decisiones durante el proceso formativo, donde propone en la presencia cognitiva: consideración de la evaluación del desarrollo y conocimiento cognitivo en el nivel de entrada; organización y limitación del programa de estudios; selección de actividades educativas adecuadas; dejar tiempo para la reflexión; integración de pequeños grupos y sesiones de debate; ofrecer oportunidades para configurar el proceso de pensamiento crítico; diseño de instrumentos para la evaluación de la educación de alto nivel.

Facilitar el discurso: El fin es el centro de la experiencia formativa virtual, es en esta etapa en que el tutor desempeña un rol importante al facilitar la comunicación y al proceso de comprensión, regulando la participación de toda la

comunidad, es importante que el tutor tenga pleno dominio del tema ya que requiere de ejemplificar y conducir la enseñanza sin exagerar, encontrando el punto de equilibrio hallando el camino correcto, al realizar la construcción del conocimiento, donde propone la en la presencia cognitiva lo siguiente: centrar el debate en cuestiones clave; plantear interrogantes estimulantes; identificar asuntos complejos que surjan a partir de las respuestas; desafiar ideas preestablecidas y provocar la reflexión; moderar el debate pero no excesivamente; poner a prueba las ideas de forma teórica o de modo indirecto mediante su aplicación; avanzar cuando el debate caiga o haya alcanzado su propósito; y facilitar la consciencia metacognitiva.

Enseñanza directa: esta sobrepasa a la anterior ya que esta se centra en asuntos específicos de contenidos, de disciplina y la configuración eficaz de la experiencia educativa, en la presencia cognitiva presenta; ofrecer ideas y perspectivas alternativas para el análisis y el debate; responder directamente y cuestionar preguntas; reconocer la falta de seguridad respecto a algunas respuestas cuando sea el caso; hacer asociaciones de ideas; construir macros; resumir el debate y hacer avanzar el aprendizaje; y concluir cuando proceda y anunciar la materia de estudio siguiente.

Como se ha presentado en el dominio pedagógico se reafirma que el tutor es un facilitador educacional que contribuye con conocimiento especializado, como en lo social debe tener las habilidades que generan una atmósfera de colaboración.

### **2.1.3 Perfil del estudiante**

El conceptualizar de manera adecuada el perfil de estudiante diferenciándolo de lo que es el modelo del estudiante, conlleva a revisar el trabajo que presenta autora Vélez (2009), lo cierto es que dentro de un sistema de información por muy simple que este sea no son ajenos, sino que, trabajan de manera relacional, por lo cual es importante diferenciarlos tal como los nombro la autora:

- a) Perfil del usuario: su nombre del modelado de intereses que realizan los sistemas de recuperación y filtrado de información, de sus siglas del inglés

*user profile*. Representa los intereses del usuario en términos de conceptos y palabras principales.

- b) Modelo del estudiante: con relación a quien se modela en los sistemas educativos, el estudiante. De los Sistemas Tutores Inteligentes (STI), centrándose en la selección de actividades educativas y la entrega de retroalimentación personalizada a cada usuario a partir de su nivel de conocimiento u otra variable de relevancia en los procesos educativos.

En base en la información anterior puede describirse que cuando se habla del perfil del usuario es refiriéndose a la configuración que pueda tener cualquier sistema que pueda adaptarse a cuestiones personalizables, es decir se sujeta a intereses del usuario ya sea por el dominio de búsquedas, recuperación de información, un claro ejemplo es de un usuario con cuenta en YouTube busca un video de su interés, y lo encuentra la plataforma de videos le seguirá filtrando y enviando videos similares que estén sugeridos respecto a sus búsquedas previas, se adaptó al perfil del usuario, caso similar funciona en cadenas de distribución de videos *streaming* como Netflix entre otros más. Sin embargo, en el caso del modelo del estudiante, es referido en sistemas de estudio llamados Sistemas Tutores Inteligentes, en los cuales intervienen tres módulos: el de dominio, el de tutor y el del estudiante. En lo general se refiere a los elementos de carácter personal del alumno, en embargo la autora Vélez (2009), lo ha representado de una manera correcta en un cuadro que se presenta como una adaptación personal en la tabla 1.

**Tabla 5.** Perfil del usuario y modelo del estudiante

CRITERIO	PERFIL	CARACTERÍSTICAS
Estructura y representación	Perfil del usuario	Perfil de palabras principales
		Redes semánticas
	Modelo del estudiante	Perfil de conceptos
		Escalar
		De estereotipos

		Superposición
	Modelos Estructurales	De error
		Genético
	Minería de datos	
Construcción y Mantenimiento	Perfil del usuario	Filtrado basado en contenidos
		Filtrado colaborativo
		Redes Bayesianas
	Modelo del estudiante	Razonamiento Basado en casos
		Lógica difusa

**Fuente:** adaptación personal (Vélez, 2009)

Como ya se ha mencionado, en realidad no trabajan de manera aislada estos conceptos, sino que, trabajan de manera transversal o complementaria, por lo que no son ajenas a la implementación de esta investigación, sin embargo, se hondará respecto al perfil del estudiante como los elementos que son propios, característicos y distintivos que distinguen a un alumno de entre los demás.

El autor González (2008) corrobora la manera en cómo se presenta el modelo del estudiante al mencionar que es un sistema de educación virtual con características relevantes dentro del proceso de educativo y su interrelación, por lo que propone además una serie de elementos que representan lo que hasta el día de hoy los elementos básicos del perfil del estudiante conformados tal y como se muestra en la figura 10:



**Figura 10.** Dimensiones del perfil del estudiante.

**Fuente:** (León-Nájera, 2021)

Cada una de las dimensiones que presenta el autor González (2008) tiene su propia razón de ser dentro de la plataforma de aprendizaje a la que él llama sistema, y que esta planeadas para dentro del proceso educativo puedan ser solicitadas en la mayor parte de estas la información es proporcionada por el mismo alumno en un estado de honestidad, sinceridad y plena lucidez de lo que él está realizando como parte de un proceso trascendental y que el falsear o manipular la información traerá resultados que solo afectaran su desarrollo educativo, las cuales se desarrollan conforma el autor las concibió;

- Datos personales: nombre, fecha de nacimiento, sexo, raza, localización, visión y audición. Este se realiza al momento de registrarse en la plataforma, a través de un formulario.

- Estado anímico: positivo, neutral y negativo. Este se aplica al realizar una pregunta de manera directa al alumno una vez que se encuentra en la plataforma y determinar su actitud a este.
- Contexto: dispositivo de acceso, velocidad de acceso, navegador y sistema operativo, este se realiza por medio de un análisis al equipo que utilizara para interactuar en la plataforma, como de la red a la que se conecta a través del protocolo de red ping.
- Ambiental: para este paso se realiza una indagación al estudiante para conocer aspectos que se divide en dos:
  - Diseño dado por los colores y el tipo de letra
  - Clima dado por ubicación y servidores web
- Estilos- de aprendizaje: dados por el test de Felder: sensitivos – intuitivos, visuales – verbales, inductivos – deductivos, activos – reflexivos y secuenciales – globales. Este se realiza al aplicar el test de Felder una vez que el alumno se ha registrado en la plataforma clasificándolo en una de las cinco diferentes categorías.
- Personalidad: al igual que en el test anterior se aplica una vez que el alumno se ha registrado en la plataforma y se clasifica respecto al test de personalidad a b y c
  - Personalidad A: logros constantes y competir
  - Personalidad B: Auto control y no competitivos
  - Personalidad C: Dado de la suma de la personalidad A+ B
- Académico: Esta dimensión se actualiza cada que se presenta una evaluación, este se divide en dos respecto al progreso:
  - Estado actual: nivel de comprensión
  - Historia: logros obtenidos, Material visitado, Actividades realizadas, tiempos requeridos y log interacción
- Psicológicas: Esta dimensión se basa en el test de inteligencias múltiples, se divide en dos partes y que en esta dimensión la inteligencia es una capacidad que con el tiempo se puede desarrollar,
  - Inicializa

- Howard Garner: Lingüística, lógica - matemática, espacial, musical, corporal -cinestésica, intrapersonal, interpersonal, naturalista y emocional

Para la investigación se hará uso de las dimensiones del estado anímico (ver figura 11), lo emocional, lo que para la plataforma serán el estar analizando sus expresiones de manera recurrente para detectar esos cambios, de tal manera que se active el detonante y el agente tutor pueda interactuar con él.



**Figura 11.** Dimensiones seleccionadas del perfil de estudiante.

**Fuente:** Adaptación personal

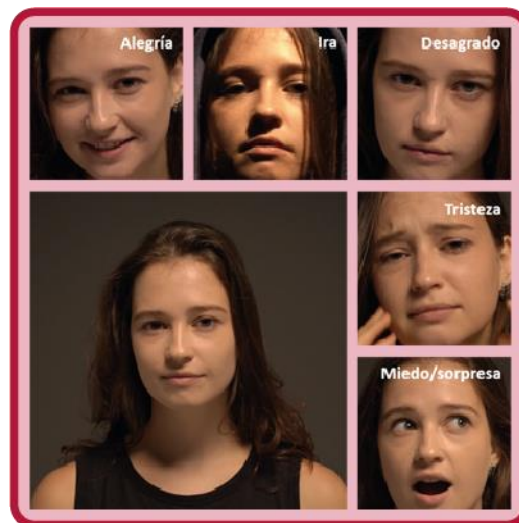
#### 2.1.4 Emociones

Es en este punto donde el segundo objetivo específico se muestra, ya que se ha presentado que es un tutor, y el perfil del estudiante. Con estos elementos ahora se debe identificar y especificar los eventos, acciones o condiciones que activarán la intervención del agente tutor, considerando tanto señales explícitas como implícitas de los estudiantes durante su experiencia de aprendizaje.

Las emociones son parte de la comunicación que tiene el ser humano. Realizando expresiones faciales que son fácilmente reconocibles, a pesar que su manifestación puede darse en un periodo muy corto de tiempo. Para poder comprenderlas y saber identificarlas hay que saber que su origen se encuentra en

la psicología (Pérez, 1999). Ciencia en la que esta investigación no profundizará. Sin embargo, existe evidencia suficiente de resultados que ya han sido probados por lo que se tomaran como verdaderos y validados.

Las emociones son parte de un proceso mental que manifiesta la valoración de la actitud personal de un sujeto, esta se puede exteriorizar bajo circunstancias u objetos en diferentes formas (Recfaces, 2021). La fuente de las emociones viene de los sentimientos que pueda tener un sujeto en un momento determinado. Seguido a ellos siendo parte de la manifestación de la emoción son las contracciones o relajaciones que tienen los músculos en el rostro de manera sincronizada. Aseveración que el autor Ekman (1981) a través de diferentes métodos y técnicas ha comprobado. Esto a través de la medición muscular del rostro. De tal manera que el autor define que una expresión facial es la manifestación de indicadores musculares específicos y distintos para cada tipo de emoción básica. En la que afirma que existe evidencia suficiente de universalidad en las expresiones de: alegría, ira, desagrado, tristeza y la mezcla entre el miedo/sorpresa como se muestra en la figura 12.



**Figura 12.** Expresiones de universalidad.

**Fuente:** Adaptación personal (Ekman, 1981)

Las emociones tienen características particulares y definidas, por lo que se pueden diferenciar unas de otras. ¿Pero qué pasa cuando no se trata de una emoción

legítima, sino de una falsa emoción acompañada de una falsa expresión? Para poder identificar las emociones, el sitio de internet *Recfaces* (2021) da a conocer una serie de características que describen los rasgos faciales de una emoción legítima de una que no lo es. Para cada una de las emociones de universalidad relaciona los conceptos análogos, es decir, todos aquellos que son similares, Enlista la percepción de la expresión legítima y con ello los elementos del rostro involucrados. Finalmente enlista los signos de falsedad de una expresión, como se describe a continuación:

1. Alegría (deleite, júbilo, felicidad, admiración)

a. Signos legítimos

- i. Parpadeo: Los inferiores están elevados y relajados. Debajo de ellos se pueden ver unas arrugas
- ii. Ojos. Las arrugas en forma de patas de gallo van desde las esquinas externas de los ojos hasta las sienes
- iii. Mejillas. Están elevadas
- iv. Boca. Los extremos de la boca se mueven hacia atrás y hacia arriba

b. Signos de falsedad

- i. Los músculos alrededor de los ojos no están tensos
- ii. Hay movimiento o tensión de las cejas
- iii. Se nota la tensión de los pómulos y los músculos de la mandíbula inferior

2. Desagrado (abominación): La aversión juega un papel importante en la función para la auto conservación de los organismos vivos, ya que permite evitar infecciones, no comer alimentos inadecuados o peligrosos y preservar la propia integridad manteniendo lo que debería estar dentro y lo que debería estar afuera.

a. Signos legítimos

- i. Boca. El labio superior se levanta mientras que el inferior puede encontrarse en una posición hacia arriba o abultado y ligeramente extendido hacia adelante

- ii. Nariz. Está arrugada y las mejillas se levantan
    - iii. Cejas. Se colocan hacia abajo (intrascendente)
    - iv. Párpados. Los inferiores se levantan y aparecen arrugas debajo de ellos
  - b. Signos de falsedad
    - i. Los párpados inferiores no están tensos y hay una falta de cambios en la respiración
- 3. Miedo/Sorpresa
  - a. Miedo (ansiedad, temor, estado de alerta, miedo, horror): El miedo es un estado interno causado por un peligro real o percibido. Desde el punto de vista de la psicología, se considera una emoción subyacente negativa. Se puede decir que es la emoción más importante e interesante
  - b. Sorpresa (admiración, asombro, estupefacción, estupor, extrañeza, pasmo, perplejidad, desconcierto sobresalto): La sorpresa es la emoción más fugaz que aparece de repente. Si usted se toma el tiempo para pensar si está sorprendido o no, entonces no lo está. Uno no puede sorprenderse durante mucho tiempo, a menos que se revelen nuevos detalles asombrosos durante la sorpresa. Por ello, es una sensación corta que se detiene tan inesperadamente como comienza, causada por un evento inesperado
- 4. Tristeza (anhelo, nostalgia, desaliento, desesperanza, dolor): La tristeza es una emoción negativa que surge en caso de una insatisfacción significativa de una persona en cualquier aspecto de su vida. Es un concepto que se considera opuesto a la alegría y está cerca en cuanto al significado del desánimo, el dolor o la melancolía.
- 5. Ira (irritación, rabia, furia, odio): La ira es un efecto negativo dirigido contra una injusticia experimentada y acompañada por el deseo de eliminarla.
- 6. Desprecio: (negligencia, arrogancia, comparación): El desprecio está en muchos aspectos relacionado con el disgusto, pero también tiene sus diferencias. El desprecio solo se puede sentir por las personas y sus

acciones, pero no por los gustos, los olores o el tacto, mientras que, al mostrar un elemento de negligencia en su aversión a las personas y sus acciones, se siente una superioridad hacia ellas.

## 2.1.5 Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como uno de los campos más fascinantes y disruptivos en el ámbito de la ciencia y la tecnología. En su esencia, la IA se centra en replicar, e incluso superar, algunas de las capacidades cognitivas humanas utilizando algoritmos sofisticados. Desde su conceptualización inicial, la IA ha evolucionado significativamente, dando lugar a una amplia gama de enfoques y aplicaciones como se presenta en la tabla 6.

**Tabla 6.** Recuento histórico AI

Año	Etapas	Descripción
1956	Nacimiento	El término de Inteligencia Artificial (IA), aparece por primera vez en agosto de 1956 en el Colegio Dartmouth (EEUU), en la ocasión de una conferencia sobre la inteligencia de los computadores y donde se reunieron grandes científicos tales como J. McCarthy, M. Minsky, C. Shannon, A. Newell, y H. Simón.
1834	Ancestro	El matemático Charles Babbage (1792-1871) define el concepto de máquina calculadora universal, ancestro del computador moderno y propone los planos.
1936	Máquinas de Turing	El matemático inglés, Alan M. Turing (1912-1954) define una máquina abstracta, la "Máquina de Turing", que sirve de base a la noción de algoritmo y a la definición de la clase de problemas de elección. Turing dedicó lo principal de sus trabajos a la formalización de la teoría de los autómatas y a la noción de calcular.
1943	Primer computador	El catalizador que condujo al verdadero nacimiento de la IA fue la aparición del primer computador, el ENIAC: una máquina electrónica de programa grabado.
1950	Test de Turing	Turing propone en un artículo clásico: <i>Can a machine think?</i> , la definición de una experiencia que permitiría calificar a una máquina de inteligente. La experiencia consiste en que un computador y algún voluntario humano se oculten a la vista de algún (perspicaz) interrogador. Este último tiene que tratar de decidir cuál de los dos es el computador y cual el ser humano mediante el simple procedimiento de plantear preguntas a cada uno de ellos. Si en el curso de una serie de test semejantes la interrogadora es incapaz de identificar la naturaleza

		de su interlocutor, se considera que el computador ha superado la prueba.
1956	Noción de listas	J. Mc Carthy se da la tarea de construir un lenguaje de programación adaptable a las necesidades de manipulación de conocimientos y de la reproducción de razonamientos basados en la noción de listas.
1959	General Problem Solver	Después de las investigaciones de A. Newell y H. Simón sobre los mecanismos de razonamiento, surge el GPS: <i>General Problem Solver</i> , basado en el principio del “análisis de los fines y de los medios”. El interés de GPS es el de haber sido el primero a formalizar el razonamiento humano. Su meta era investigar sobre la actividad intelectual y sobre los mecanismos puestos en juego durante la resolución de problemas, más que en la eficacia.
1960	Heurística	Los años sesenta marcan la verdadera puesta en marcha de la IA, con algunos resultados significativos: Enumeración inteligente de soluciones a través de reglas optativas o heurísticas.
1966	Dificultades	Reconocimiento por parte de los investigadores, de la dificultad del reconocimiento de la palabra y de la traducción de las lenguas. Un trabajo de fondo deberá por lo tanto emprenderse sobre el análisis y la definición de las estructuras de lengua sobre la base de los trabajos de N. Chomsky
1970	¡Boom!	Los años setenta corresponden a una explosión de trabajos que permitieron establecer las bases de la IA, en cuanto a la representación de los conocimientos, del razonamiento, de los sistemas expertos, de la comprensión del lenguaje natural y de la robótica avanzada.
1970	Primer sistema experto	Aparición de Dendral, el primero de los sistemas expertos, en la Universidad de Stanford. Dendral efectúa el trabajo de un químico que reconstituye la fórmula desarrollada de un componente orgánico a partir de su fórmula bruta y de los resultados de su espectrografía de masa.
1975	Programación en lógica de primer orden	Aparece PROLOG de la Universidad de Aix Marseille (Francia) y marca los comienzos de una verdadera programación basada en la lógica de primer orden. Este lenguaje conoció un tal éxito que fue adoptado como el lenguaje de base para el proyecto japonés de los computadores de quinta generación.
1976	Medicina	MYCIN, sistema experto en diagnósticos de infecciones bacterianas de la sangre para la ayuda de la antibioterapia de Schortliffe. Sus principales características son, por una parte, la separación de los conocimientos del mecanismo de razonamiento y el diálogo en lenguaje casi-natural y por otra parte, la asistencia para los ajustes de las bases hacia la industrialización.
1980	Economía	Los años ochenta son aquellos de la entrada de la IA en la vida económica. Con realizaciones prácticas importantes en diferentes áreas y, paralelamente, de un crecimiento notable de los esfuerzos de investigación a través de proyectos muy ambiciosos en la mayoría de los países industrializados.
1981	Computadores de quinta generación	Lanzamiento en Japón del proyecto de computador de quinta generación. El objetivo anunciado para el proyecto es el desarrollo de tecnologías de la IA en la realización de un nuevo tipo de computadores que resolverían problemas en lugar de ejecutar los algoritmos, que

		efectuarían razonamientos en vez de solo cálculos y ofrecería a sus usuarios interfaces naturales: Lenguaje, gráfica, palabra.
1990	Comunicación hombre-máquina	Los años noventa marcan la entrada de la IA en las aplicaciones vinculadas a la comunicación hombre máquina con interfaces inteligentes, sistema multi agentes y la IA distribuida.
----	¿Computación cuántica?	Qubit: bit cuántico = “la lógica de un bit es uno u otro, mientras que el qubit entraña el concepto de ambos a la vez, sean cuatro respuestas posibles ¡el estado de una partícula se determina a través de la asignación de una probabilidad! ¿computación molecular? ¿bio-computación? ¿computación ADN? ¿Qué nos reserva el futuro?

**Fuente:** adaptación personal (Hardy, 2001)

La definición del Diccionario de *Oxford Learners Dictionaries* (2022) dice: “la inteligencia artificial es el estudio y desarrollo de sistemas informáticos que pueden copiar el comportamiento humano inteligente”. Esto incluye el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora, la robótica y otras áreas.

La IA tiene aplicaciones en una amplia gama de industrias, desde la atención médica hasta las finanzas, la manufactura, los vehículos autónomos y mucho más. El fin que persigue es replicar, e incluso superar, algunas de las capacidades cognitivas humana, es decir, los sistemas de inteligencia artificial pueden aprender de datos, reconocer patrones, tomar decisiones, y adaptarse y mejorar con la experiencia, en su mayoría sin intervención humana directa.

### 2.1.5.1 Clasificación de la inteligencia artificial

Una de las primeras distinciones importantes en la IA es entre la inteligencia artificial débil y la inteligencia artificial fuerte. Es esencial para entender la trayectoria de este fenómeno hasta los inicios del tercer cuarto del siglo XXI. La inteligencia artificial débil (IAD) se enfoca en la automatización y sistematización de tareas específicas, marcando así el comienzo de un camino hacia una inteligencia artificial más compleja y avanzada. El área de investigación y desarrollo es por mucho más extensa, pero es necesario examinar cómo la inteligencia artificial evolucionará a lo largo de tres vértices principales para comprender plenamente su importancia y alcance (Cabanelas, 2019).

- Primera etapa inteligencia artificial débil (IAD)
- Segunda etapa inteligencia artificial general (IAG)
- Tercera etapa super inteligencia artificial (SIA)

Primera etapa, aquí se localiza la IAD, donde la atención se centra en la automatización de procesos y la creación de sistemas especializados para identificar patrones en los datos suministrados con facilidad. Un ejemplo ilustrativo de ello es su capacidad para jugar al ajedrez, hacer recomendaciones de compra, realizar análisis de inversiones, facilitar la predicción de ventas, pronosticar el clima y desempeñar otras tareas basadas en patrones que pueden ser perfeccionadas con el tiempo. Este tipo de inteligencia artificial puede sustituir rápidamente a los humanos en muchas ocupaciones, ya que es capaz de reconocer y analizar correlaciones de patrones a partir de datos, algo que a las personas llevaría descifrar miles de años. Esta fase sienta las bases para desarrollos más sofisticados en el campo de la IA. Los componentes principales de la IAD son como se enlistan en la tabla 7.

**Tabla 7.** Componentes de la Inteligencia Artificial Débil

<b>N. P.</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Aprendizaje profundo (Deep Learning) con reconocimiento de pautas	El aprendizaje profundo es un área de la inteligencia artificial que imita el funcionamiento del cerebro humano en el procesamiento de datos y la creación de patrones para su uso en la toma de decisiones. El aprendizaje profundo es un subconjunto del aprendizaje automático capaz de aprender sin supervisión a partir de datos sin estructurar o sin etiquetar.
2	Aprendizaje de máquina (Machine Learning)	Es una aplicación de la inteligencia artificial que utiliza técnicas estadísticas para que los sistemas informáticos se doten de las capacidades necesarias para aprender automáticamente y mejorar sus experiencias sin estar explícitamente programados.
3	Neuro Computación (Neuro Computing)	Es una imitación de la acción del cerebro humano utilizando redes (electrónicas) neuronales.

---

4	Procesamiento de lenguaje (Natural Language Processing)	Un área de la inteligencia artificial relacionada con las interacciones entre las computadoras y los lenguajes humanos (naturales), en particular, trata sobre cómo programar a las computadoras para procesar y analizar grandes cantidades de datos en lenguaje natural.
---	---	--

---

**Fuente:** Adaptación personal (Cabanelas, 2019).

Segunda etapa, conocida como inteligencia artificial general (IAG), implica un cambio significativo hacia la integración y la interacción entre humanos y máquinas. Aquí, la IA es capaz de comprender y resolver una amplia variedad de tareas, marcando un hito en la capacidad de la tecnología para emular la inteligencia humana en su totalidad, es decir, puede observar, analizar y reaccionar como una persona, para esta se calcula según José Cabanelas (2019) se calcula que la prueba de Turing se superará en 2029. Esta prueba consiste en la habilidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente similar al de un ser humano o indistinguible de este.

Existe una corriente de pensamiento en el campo de la inteligencia artificial conocida como la IA fuerte, que postula la atribución de ciertas cualidades mentales al funcionamiento lógico de cualquier dispositivo computacional, incluso aquellos considerados más simples. Según esta perspectiva, los defensores argumentan que la relación entre el espíritu y el cerebro se asemeja a la relación entre el software y el hardware de una computadora. En otras palabras, sugieren que la mente podría ser concebida como un programa informático que se ejecuta en el "hardware" del cerebro humano.

Este enfoque desafía la noción tradicional de que la mente es un fenómeno exclusivo de la biología y sugiere que la inteligencia puede ser replicada y, en última instancia, superada por sistemas artificiales. Un destacado proponente de esta teoría es Daniel C. Dennett, cuyo influyente libro "Consciousness Explained" profundiza en cómo los procesos cognitivos pueden ser comprendidos desde una perspectiva puramente materialista y computacional (Hardy, 2001).

Al sostener que la mente es una manifestación del funcionamiento de sistemas computacionales, la IA fuerte plantea cuestiones fundamentales sobre la naturaleza de la conciencia, la autoconciencia y la percepción en el contexto de la tecnología y la inteligencia artificial. Este debate sobre la naturaleza de la mente y su relación con la máquina continúa siendo objeto de intensa discusión y estudio en diversos campos científicos y filosóficos.

Tercera etapa, denominada super inteligencia artificial (SIA), representa un salto espectacular en la transformación tecnológica. En este punto, la IA supera con creces las capacidades humanas en términos de velocidad, precisión y complejidad, lo que podría tener implicaciones profundas y revolucionarias en todos los aspectos de la sociedad y la civilización. Un académico de la Universidad de Oxford y experto en inteligencia artificial, ha definido a la SIA como el punto en el que la inteligencia artificial sobrepasa de manera significativa la capacidad combinada de los mejores cerebros y del aprendizaje compartido en prácticamente todos los ámbitos, abarcando desde la creatividad científica hasta la sabiduría, la red de aprendizaje colectivo y las habilidades sociales. Este concepto de singularidad plantea desafíos enormes, ya que tiene el potencial de transformar de manera profunda a la humanidad tal como la conocemos (Cabanelas, 2019).

### **2.1.5.2 Aprendizaje profundo**

Como se ha discutido anteriormente, la inteligencia artificial débil se refiere a sistemas diseñados para tareas específicas y limitadas, a diferencia de la inteligencia artificial fuerte, que busca desarrollar sistemas capaces de igualar o superar la inteligencia humana en todos los aspectos. Por tanto, el aprendizaje profundo, aunque potente y capaz de llevar a cabo tareas complejas como el reconocimiento de imágenes y el procesamiento de lenguaje natural, se enfoca en tareas concretas y no tiene como objetivo replicar la inteligencia general humana.

Microsoft, presenta una definición de lo que para ellos es el aprendizaje profundo, la cual es la siguiente: es una categoría dentro del aprendizaje automático que se fundamenta en redes neuronales artificiales. Se denomina "profundo" debido

a que la arquitectura de estas redes neuronales comprende múltiples capas, incluyendo capas de entrada, salida y ocultas. Cada una de estas capas contiene unidades que procesan los datos de entrada para convertirlos en información relevante que la siguiente capa puede utilizar para realizar una predicción específica. Esta estructura permite que una máquina aprenda de manera autónoma a partir del procesamiento de los datos (Microsoft, 2024).

Para la empresa internacional Red Hat Enterprise Linux dedicada al desarrollo de sistemas operativos refiere lo que para ellos es el aprendizaje profundo: “Este proceso, también conocido como aprendizaje neuronal profundo o redes neuronales profundas, consiste en que las computadoras adquieran el aprendizaje a través de la observación, de manera similar a las personas” (Red-Hat, El deep learning, 2023).

Así mismo lo asemeja a un cerebro humano que alberga una red compleja de neuronas interconectadas que actúan como mensajeras durante el procesamiento de información. Estas neuronas utilizan una combinación de impulsos eléctricos y señales químicas para comunicarse entre sí y transmitir datos a través de diversas regiones cerebrales.

Las redes neuronales artificiales (ANN, de sus siglas en inglés), fundamentales en el aprendizaje profundo (*deep learning*), se inspiran en este proceso biológico. Sin embargo, en lugar de neuronas biológicas, están compuestas por nodos artificiales generados por software. Estos nodos, a diferencia de las señales químicas del cerebro, realizan operaciones matemáticas para intercambiar y procesar información. A través de esta simulación neuronal (SNN, de sus siglas en inglés), los datos se procesan, se agrupan en clústeres y se utilizan para realizar predicciones (Red-Hat, 2023).

El aprendizaje profundo se puede concebir como un flujo de información que comienza con una capa de entrada y culmina en una capa de salida. En medio se encuentran las "capas ocultas", cuya función es procesar la información. Estas capas ajustan y adaptan su comportamiento a medida que reciben nuevos datos. Los modelos de aprendizaje profundo pueden contener cientos de estas capas

ocultas, cada una desempeñando un papel crucial en la identificación de relaciones y patrones dentro del conjunto de datos.

Los enfoques tradicionales de aprendizaje automático a menudo implican una intervención humana significativa para preparar los conjuntos de datos antes de ser utilizados en un modelo. Esto implica identificar y etiquetar características específicas de los datos de entrada, que luego se organizan en tablas antes de ser alimentadas al modelo de aprendizaje automático. En contraste, los algoritmos de aprendizaje profundo no requieren este proceso previo de preparación y son capaces de trabajar directamente con datos no estructurados, como documentos de texto, imágenes de píxeles o archivos de audio.

Microsoft realiza una comparación entre el aprendizaje profundo y el aprendizaje automático, para poder contrastar esta información se considera la definición de lo que para ellos es el aprendizaje automático: es un subconjunto de la inteligencia artificial que incluye técnicas (como el aprendizaje profundo) que permiten a las máquinas mejorar en las tareas con la experiencia. El proceso de aprendizaje se basa en los pasos siguientes, como en la tabla 8:

1. Agregue datos a un algoritmo. (En este paso puede proporcionar información adicional al modelo como, por ejemplo, realizando la extracción de características).
2. Utilice estos datos para entrenar un modelo.
3. Pruebe e implemente el modelo.
4. Use el modelo implementado para realizar una tarea de predicción automatizada. (En otras palabras, llame y use el modelo implementado para recibir las predicciones que devuelva el modelo).

**Tabla 8.** Técnicas del aprendizaje profundo y del aprendizaje automático

<b>TODO EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO</b>	<b>SOLO APRENDIZAJE PROFUNDO</b>
---	----------------------------------

Número de puntos de datos	Puede usar pequeñas cantidades de datos para hacer predicciones.	Necesita usar grandes cantidades de datos de entrenamiento para hacer predicciones.
Dependencias del hardware	Puede trabajar en equipos lentos. No necesita una gran cantidad de potencia de cálculo.	Depende de máquinas rápidas. Realiza intrínsecamente un gran número de operaciones de multiplicación de matrices. Una GPU puede optimizar eficazmente estas operaciones.
Proceso de características	Requiere que los usuarios creen e identifiquen con precisión las características.	Aprende las características de alto nivel de los datos y crea nuevas características automáticamente
Enfoque del aprendizaje.	Divide el proceso de aprendizaje en pasos más pequeños. Luego, combina los resultados de cada paso en una salida.	Pasa por el proceso de aprendizaje mediante la resolución del problema de un extremo a otro.
Tiempo de ejecución	Comparativamente, tarda menos tiempo en entrenarse; puede tardar unos segundos o unas pocas horas.	Normalmente, tarda demasiado tiempo en entrenarse, porque los algoritmos de aprendizaje profundo tienen muchas capas.
Salida	La salida suele ser un valor numérico, como una puntuación o una clasificación.	La salida puede tener varios formatos, como texto, una puntuación o un sonido.

**Fuente:** (Microsoft, 2024)

Lo que distingue al aprendizaje profundo es su capacidad para aprender automáticamente a partir de datos no estructurados o semi-estructurados. Esto significa que, en lugar de depender de algoritmos diseñados manualmente para realizar una tarea, como en enfoques de inteligencia artificial más tradicionales, el aprendizaje profundo puede descubrir patrones complejos y realizar predicciones precisas sin una programación específica para cada tarea.

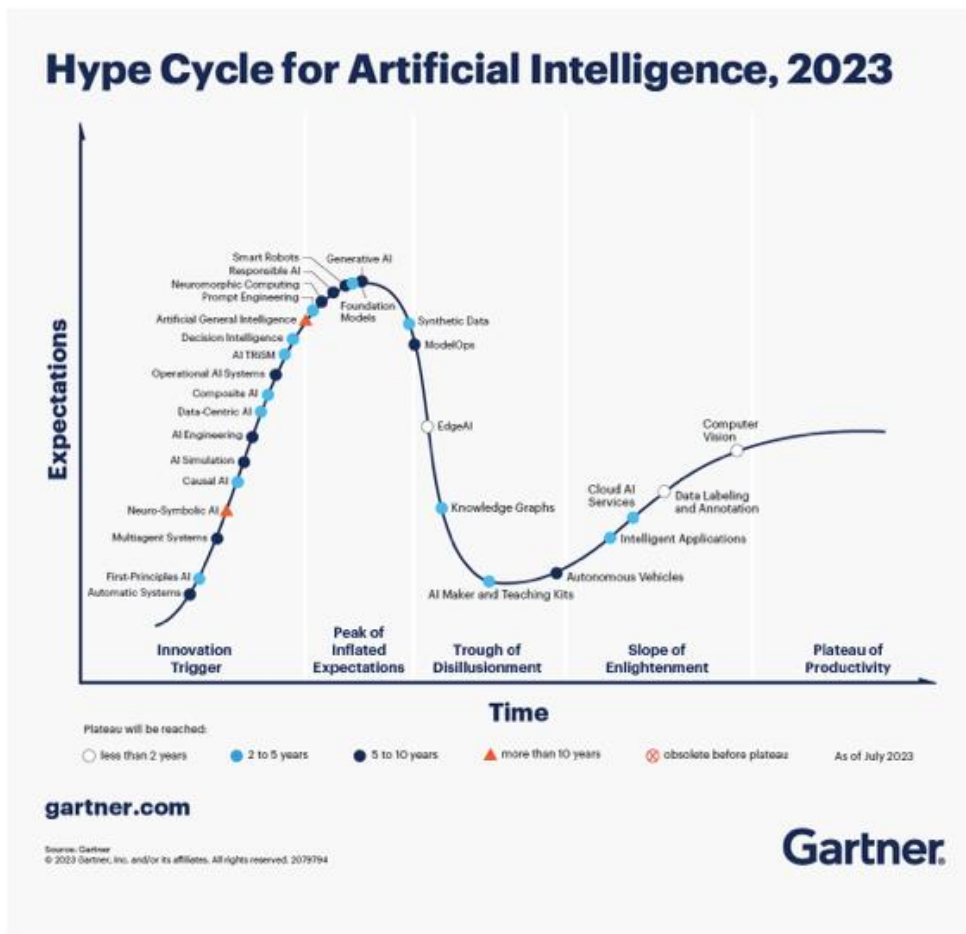
La sugerencia de los expertos en el tema recomienda utilizar el enfoque de aprendizaje profundo (*deep learning*) en lugar del método convencional de aprendizaje automático en situaciones que involucren grandes volúmenes de datos,

carezcan de conocimiento previo sobre el tema o estén relacionadas con tareas particularmente complejas y prolongadas.

### **2.1.5.3 Inteligencia artificial generativa**

Dentro de estas categorías, la IA se desglosa aún más en diferentes enfoques tecnológicos y comportamientos. Por ejemplo, la IA simbólica se basa en el procesamiento de símbolos y reglas lógicas, mientras que la IA conexionista se inspira en el funcionamiento de las redes neuronales biológicas. Además, la IA puede clasificarse según su comportamiento, como la reactiva, que responde a entradas inmediatas, o la basada en modelos, que utiliza representaciones internas para planificar y tomar decisiones. Estas diversas categorías y enfoques dan forma al amplio espectro de la inteligencia artificial y definen su alcance y potencial en el mundo actual.

Además, surge otra área de interés dentro del ámbito de la investigación: la inteligencia artificial generativa (ver figura 13). Este campo se enfoca en el desarrollo de sistemas capaces de producir datos nuevos y originales, como imágenes, música, texto o video, que son virtualmente indistinguibles de los creados por seres humanos. Estos sistemas se valen de modelos generativos, los cuales pueden ser entrenados con amplios conjuntos de datos para identificar patrones y distribuciones estadísticas, y posteriormente generar nuevas instancias que se ajusten a esas mismas características.



**Figura 13.** Más allá del hype de la inteligencia artificial generativa

**Fuente:** (Palomera, 2023)

Google, la empresa cuya misión empresarial es organizar la información del mundo para que sea accesible y útil para todos, define la inteligencia artificial generativa como el empleo de la IA para la creación de contenido, abarcando áreas como el texto, imágenes, música, audio y vídeos. Este enfoque permite a la IA no solo procesar y analizar datos existentes, sino también generar nuevo contenido de manera innovadora y creativa, brindando así nuevas formas de expresión y posibilidades en diversos campos de aplicación (Google, 2023).

Microsoft, en el área de investigación ha dedicado tiempo al desarrollo de la inteligencia artificial generativa, pues para ellos es: “un subconjunto de inteligencia artificial que usa técnicas (como el aprendizaje profundo) para generar contenido

nuevo. Por ejemplo, puede usar IA generativa para crear imágenes, texto o audio. Estos modelos aprovechan el conocimiento entrenado previamente de forma masiva para generar este contenido” (Microsoft, 2024).

La inteligencia artificial generativa para los desarrolladores de sistemas operativos Red Hat Enterprise Linux es: una forma de tecnología que produce contenido original mediante el uso de modelos de aprendizaje profundo entrenados con grandes conjuntos de datos. A diferencia de los modelos de inteligencia artificial discriminatoria, que se enfocan en clasificar datos según sus diferencias, los modelos generativos están diseñados para crear datos completamente nuevos. Actualmente, esta tecnología se aplica en diversos ámbitos, incluyendo la generación de texto, imágenes, código y más. Entre los usos más frecuentes se encuentran los chatbots, la generación y edición de imágenes, la asistencia en la creación de software y la investigación científica (Red-Hat, 2024).

Amazon y su industria consideran a la inteligencia artificial generativa muy relevante, porque representa una evolución significativa en este campo, ya que tiene la capacidad de generar ideas y contenido original en una variedad de formas, incluyendo conversaciones, narrativas, imágenes, videos y música. Esta tecnología se enmarca dentro del amplio espectro de las tecnologías de IA, las cuales buscan emular la inteligencia humana en contextos informáticos no convencionales, tales como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento de lenguaje natural (NLP) y la traducción de idiomas. La IA generativa puede ser entrenada para comprender y generar lenguaje humano, lenguajes de programación, arte, química, biología y otros temas complejos, aprovechando datos de entrenamiento existentes para abordar nuevos desafíos. Por ejemplo, puede aprender el vocabulario en inglés y utilizarlo para crear un poema original. Esta capacidad de adaptación y creatividad hace que la IA generativa sea una herramienta versátil y poderosa que las organizaciones pueden emplear para una amplia gama de propósitos, como la creación de chatbots, la producción de contenido multimedia y el desarrollo y diseño de productos innovadores (Amazon, 2023).

La inteligencia artificial generativa aprovecha modelos avanzados y extensos de IA, conocidos como grandes modelos, los cuales están diseñados para desempeñar una amplia gama de tareas y ejecutar funciones diversas. Estos modelos tienen la capacidad de realizar tareas complejas como la generación de resúmenes, responder a preguntas, clasificar datos y llevar a cabo otras funciones sofisticadas. Lo notable de estos modelos es que, a pesar de su complejidad, requieren de una preparación mínima, lo que significa que pueden adaptarse fácilmente a escenarios específicos con tan solo unos pocos ejemplos de entrenamiento. Esta flexibilidad los convierte en herramientas poderosas para abordar una variedad de desafíos en diferentes campos, desde la atención médica y la investigación hasta la creación de contenido creativo y la optimización de procesos empresariales.

### ***Funcionamiento***

La inteligencia artificial generativa tiene aplicaciones en una variedad de campos, como la creación de arte y música generativa, la síntesis de voz, la generación de texto natural y la creación de contenido multimedia. Además, también se utiliza en la producción de datos sintéticos para entrenar y mejorar otros modelos de inteligencia artificial, así como en la creación de mundos virtuales y simulaciones para propósitos de investigación y entretenimiento.

La inteligencia artificial generativa emplea un modelo de aprendizaje automático como ya se ha planteado previamente, lo anterior para captar los patrones y relaciones presentes en un conjunto de datos de contenido generado por humanos. Posteriormente, utiliza estos patrones identificados para generar nuevo contenido de manera autónoma. El enfoque más común para entrenar un modelo de IA generativa es a través del aprendizaje supervisado, donde se proporciona al modelo un conjunto de datos de contenido humano junto con sus correspondientes etiquetas. A partir de este conjunto de datos, el modelo aprende a generar contenido similar al creado por humanos y etiquetado con las mismas categorías. Este proceso permite que la IA generativa aprenda de ejemplos previos y produzca resultados coherentes y relevantes (Google, 2023).

Amazon refiere que como toda la inteligencia artificial funciona mediante modelos de *machine learning* o aprendizaje automático, para los cuales presenta dos tipos de modelos que se entrenan previamente con una gran cantidad de datos, los cuales son:

- Modelos básicos
- Modelos de lenguaje de gran tamaño

Los primeros modelos funcionales (FM por sus siglas en inglés) son modelos entrenados con una gran cantidad de datos, pero con la particularidad de que estos no están etiquetados. Un modelo funcional tiene la capacidad de predecir con precisión cuál será el próximo elemento en una secuencia, basándose en los patrones aprendidos y sus relaciones. Este tipo de modelo representa el resultado de los avances más recientes en una tecnología que ha estado en constante evolución desde su surgimiento hace décadas.

Los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM, por sus siglas en inglés) son una categoría de modelos funcionales (FM) que difieren de los modelos preentrenados de transformadores generativos (GPT, por sus siglas en inglés). Estos últimos se centran específicamente en tareas relacionadas con el procesamiento del lenguaje natural, como la generación de texto, resúmenes, clasificación, conversación abierta y extracción de información. Estos modelos son considerados especiales debido a su capacidad para realizar múltiples tareas, ya que están compuestos por un gran número de parámetros que les permiten aprender conceptos avanzados. Un LLM como el GPT-3 puede contener miles de millones de parámetros y es capaz de generar contenido significativo a partir de una entrada mínima. Gracias a su entrenamiento previo con datos a gran escala de internet, los LLM han aprendido a aplicar su conocimiento en una amplia variedad de contextos y patrones.

### ***Casos de uso del aprendizaje profundo***

Algunas de las aplicaciones de IA generativa más conocidas que surgieron en los últimos años son ChatGPT y DALL-E de OpenAI, GitHub CoPilot, Bing Chat de

Microsoft, Bard de Google, Midjourney, Stable Diffusion y Adobe Firefly. IBM y Red Hat trabajaron juntos para crear Red Hat® Ansible® Lightspeed with IBM Watsonx Code Assistant, un servicio de IA generativa que permite a los desarrolladores generar contenido de Ansible con mayor eficiencia. Muchas otras empresas están experimentando con sus propios sistemas de inteligencia artificial generativa para automatizar las tareas de rutina y mejorar la eficiencia.

Algunos ejemplos de lo que hace la inteligencia artificial generativa, aunque ya se ha hablado un poco de ellos, en la tabla 9 se mencionan un tanto más a profundidad.

**Tabla 9.** Ejemplos de la inteligencia artificial generativa

TIPO	DESCRIPCIÓN
Traducción automática:	incluso antes de que ChatGPT, Entre los primeros casos prácticos de este modelo se encuentran los programas de traducción de idiomas. La traducción automática lleva mucho tiempo utilizándose, pero el aprendizaje profundo está obteniendo magníficos resultados en dos áreas específicas: la traducción automática de texto (y de voz a texto) y la traducción automática de imágenes.
Análisis de texto	El análisis de texto basado en métodos de aprendizaje profundo implica el análisis de grandes cantidades de datos de texto, el reconocimiento de patrones y la creación de información organizada y concisa como resultado de dicho análisis. Las herramientas actuales pueden responder a indicaciones que impliquen crear contenido de alta calidad sobre prácticamente cualquier tema y adaptarse a los distintos estilos y extensiones de escritura.
Generación de imágenes	Las herramientas de imagen que utilizan esta tecnología pueden responder a las indicaciones con imágenes de alta calidad sobre incontables temas y en diversos estilos. Algunas de ellas, como el relleno generativo en Adobe Photoshop, permiten agregar elementos nuevos a trabajos actuales.
Generación de música y discurso	Las herramientas de voz que utilizan inteligencia artificial pueden crear narraciones o cantos que simulen la voz humana a partir de grabaciones y textos escritos. Algunas también pueden generar música artificial a partir de indicaciones y muestras.

Generación de video	Las técnicas de inteligencia artificial generativa se están probando en servicios nuevos para crear animaciones gráficas. Por ejemplo, algunos son capaces de hacer coincidir fragmentos de audio con imágenes estáticas de personas y generar expresiones faciales y movimientos de la boca para que parezca que están hablando.
Generación de código	Algunas herramientas de inteligencia artificial generativa pueden generar código informático a partir de indicaciones escritas para ayudar a los desarrolladores de software que lo soliciten.
Aumento de datos	La IA generativa puede crear una gran cantidad de datos sintéticos cuando no se pueden utilizar datos reales o se prefiere no hacerlo. Por ejemplo, cuando se busca entrenar un modelo que comprenda los datos de salud sin incluir información personal. También sirven para convertir un grupo pequeño o incompleto de datos en un conjunto de datos sintéticos más amplio con fines de entrenamiento o prueba.
Servicios financieros	El análisis predictivo es la base de la negociación algorítmica de acciones, permite evaluar los riesgos empresariales para la aprobación de préstamos, detectar fraudes y gestionar las carteras de crédito e inversiones.
Atención médica	Gracias a la digitalización de las historias clínicas, las aplicaciones de reconocimiento de imágenes pueden ser muy útiles para los especialistas en diagnóstico por imágenes, ya que aprenden a detectar automáticamente las señales de alerta que podrían indicar un diagnóstico determinado.
Medios de comunicación y entretenimiento	El deep learning (aprendizaje profundo) se utiliza para realizar un seguimiento de la actividad de los usuarios y brindarles recomendaciones personalizadas, desde las compras en línea hasta la transmisión de contenido multimedia.

**Fuente:** (Microsoft, 2024) (Red-Hat, 2023)

En el ámbito de la tecnología, las empresas unicornio son reconocidas por su capacidad para revolucionar industrias enteras con innovaciones disruptivas. Su nombre hace referencia a uno de los seres mitológicos más conocidos y sus resultados son el objetivo de muchas personas que deciden materializar su idea de negocio en una realidad. Hablamos de las empresas unicornio, un término que ha ganado popularidad en los últimos tiempos (Santander, 2022).

Dentro de este panorama, las empresas unicornio en el campo de la inteligencia artificial generativa destacan como pioneras en la creación de sistemas capaces de producir datos nuevos y originales, como imágenes, música, texto y video, de manera prácticamente indistinguible de las creaciones humanas. Estas empresas, impulsadas por algoritmos avanzados y modelos de aprendizaje profundo, han logrado no solo capturar la imaginación del público, sino también transformar fundamentalmente la forma en que interactuamos con la información y la creatividad digital ver figura 14.



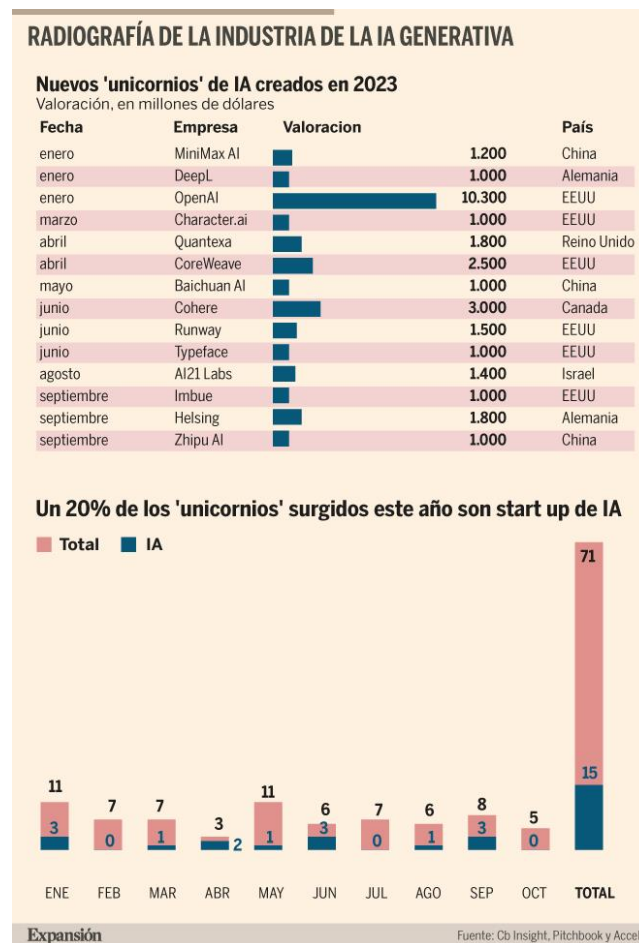
**Figura 14.** Los seis unicornios AI.

**Fuente:** (Melo, 2023)

Durante el período comprendido entre 2022 y 2023, el campo de la inteligencia artificial generativa ha experimentado un crecimiento notable y continuo. Con avances significativos en algoritmos de aprendizaje profundo y modelos generativos, las empresas han intensificado sus esfuerzos para desarrollar sistemas capaces de crear contenido nuevo y original de manera sorprendentemente realista. Desde la generación de imágenes fotorrealistas hasta la composición de música y

la creación de texto convincente, la inteligencia artificial generativa ha demostrado su potencial para impulsar la creatividad digital a nuevos límites.

A medida que avanzamos hacia finales de 2023, este crecimiento se refleja en una nueva ola de empresas que están saliendo al mercado, incorporando activamente esta tecnología en sus productos y servicios. La gráfica (ver figura 15) muestra un aumento significativo en el número de empresas que adoptan la inteligencia artificial generativa como parte fundamental de su estrategia comercial.



**Figura 15.** El auge de la IA generativa dispara el valor de las start up

Fuente: (Fernández, 2023)

Estas empresas están aprovechando el poder de la IA generativa para ofrecer experiencias únicas y personalizadas a sus clientes, así como para mejorar la eficiencia y la calidad en una variedad de sectores, desde el entretenimiento hasta

la atención médica y más allá. Con esta tendencia en alza, queda claro que la inteligencia artificial generativa está desempeñando un papel cada vez más importante en la transformación digital y el futuro de la innovación empresarial.

## 2.2 Marco metodológico

Hoy en día existe una gran variedad de herramientas con la que se puede realizar este análisis en rostros, presentando la propuesta de hacerlo a través de; en una primera opción con el lenguaje de programación de *Python* y las librerías de *OpenCV*. Una segunda opción es a través de *TensorFlow* que se describe un poco de su uso y del acompañamiento que realiza con el lenguaje de programación de *JavaScript*.

### 2.2.1 Reconocimiento facial

El reconocimiento facial hoy día es considerado la nueva huella dactilar digital, está presente en los dispositivos que utilizamos como herramientas indispensables de trabajo, como en los Smartphone o computadoras. ¿Qué tan avanzada es esta tecnología? y ¿qué es lo que se puede esperar de ella?, lo cierto es que China es el principal país desarrollador, ha puesto en marcha en algunas de sus ciudades principales infraestructura de cámaras, instaladas para estar monitoreando a su población, el tránsito, control de accesos, entre otros muchos usos. También como pioneros se han convertido en proveedores de dicha tecnología en otros países.

El reconocimiento facial se centra en la descomposición de una imagen en vectores, para almacenar los datos en matrices, señalando rasgos del rostro como la identificación de las cejas, los ojos, la nariz, la boca y la distancia que puede existir entre ellos, el autor Gimeno (2010) describe cinco técnicas que se presentan a continuación:

- *Principal Component Analysis* (PCA)
- *Linear Discriminant Analysis* (LDA)
- *Locality Preserving Projections* (LPP)
- *Discrete Cosine Transform* (DCT)
- DCT por Bloques

Sin embargo, en la actualidad existen librerías que ya cuentan con modelos pre entrenados que facilitan la identificación de rostros de una manera precisa, en el sector privado y empresarial son utilizados con propósitos muy bien definidos, tal como lo presenta Zaforas (2020) como: Etiquetado, validación de usuarios, análisis de opinión, análisis de clientes, diagnóstico de enfermedades, realidad aumentada, entre otras, o como lo presenta León (2021), que implemento el reconocimiento de emociones con herramientas de *Python* y *OpenCV*, de este último se utilizando el clasificador de *EigenFaceRecognizer*, presentando resultados favorables. O como la propuesta que se realiza en esta investigación al implementar *TensorFlow* con *JavaScript*.

Para marcos de ciencia de datos populares, como PyTorch y TensorFlow, ofrecemos optimizaciones que brindan un aumento significativo del desempeño en la arquitectura Intel®. Como parte de nuestro lenguaje de programación unificado oneAPI, ofrecemos la biblioteca de redes neuronales profundas Intel® oneAPI con implementaciones altamente optimizadas de bloques de construcción de aprendizaje profundo (Intel, 2023).

### 2.3 Estado del arte

Las plataformas de aprendizaje hoy en día son una herramienta eficiente a la hora de estudiar en línea, es decir, a distancia y por internet. Disponer de tiempos, espacios, y contenidos es la oportunidad que ofrecen estas plataformas de aprendizaje. Este apartado aborda de ellas lo que se ha desarrollado respecto al estudiante, las plataformas de aprendizaje, de agentes tutores,

Los estudiantes son seres complejos sus características, propias de alumno y de su entorno influyen en el proceso de aprendizaje. Para conseguir una mayor eficacia en el proceso de enseñanza, los docentes, deben adaptar sus estrategias didácticas a su perfil. Las características propias de los estudiantes no son estáticas, ya que algunas de estas propiedades cambian, lo que sugiere una adaptación dinámica del proceso a estos cambios. Por tal motivo se creó un modelo dinámico de estudiantes en cursos virtuales adaptativos. El cual toma las características relevantes de los estudiantes y las ajusta dinámicamente a medida que cambian, lo

que hace que el proceso de ajuste del curso sea más efectivo. El énfasis del trabajo de investigación está en la actualización de estos rasgos, mediante inteligencia artificial se analizan constantemente las interacciones usuario con el sistema encontrando valores adecuados que permitan cambios automáticos en del modelo (González, 2008).

El análisis de sentimientos en la educación ha ganado popularidad, particularmente en analizar los comentarios de cursos masivos abiertos en línea de sus siglas en inglés (MOOC). El trabajo fue una revisión sistemática de la literatura sobre el uso del análisis de sentimientos para evaluar los comentarios de los estudiantes en los MOOC. A partir de la literatura revisada, se encontró que gira en torno a seis áreas: evaluación del contenido de MOOC, detección de contradicciones de retroalimentación, efectividad del análisis de sentimientos, análisis de sentimientos a través de publicaciones en redes sociales, comprensión del rendimiento y abandono del curso, y evaluación del modelo de diseño de MOOC (Dalipi F, 2021).

Este estudio se realizó para analizar los datos de un curso MOOC sobre sostenibilidad energética para averiguar por qué los estudiantes abandonan el curso. Debido a la alta tasa de deserción, es importante investigar más a fondo las razones, para implementar nuevas y mejores estrategias para aumentar la finalización de cursos. El método que se utilizó fue el descubrimiento de conocimiento dentro de la base de datos (*Knowledge Discovery in Databases*), analizando las reglas de asociación dentro de los datos. Se identificó que la regla de asociación permite a los participantes identificar la naturaleza de la respuesta con cierta confianza. Otorgando datos de valor para los tomadores de decisiones, profesores, investigadores, diseñadores y otras personas interesadas en entornos de formación a gran escala (Gioconda Riofrío-Calderón, 2021).

Los cursos masivos abiertos en línea MOOC, por sus siglas en inglés, representan un camino más allá de la educación formal. Son herramientas de enseñanza eficientes e importantes, aunque también sufren tasas significativas de abandono, poca asistencia y baja motivación durante los cursos. Hay muchos

problemas asociados con la falta de participación en los estudiantes. El trabajo desarrollado forma parte de un proyecto europeo denominado “colMOOC” que tiene como objetivo mejorar la experiencia MOOC integrando un entorno colaborativo basado en agentes didácticos conversacionales que apoyen tanto a estudiantes como a profesores en los cursos. Los agentes de enseñanza conversacional utilizan el lenguaje natural para guiar y facilitar las interacciones de los estudiantes tanto en entornos individuales como colaborativos. La integración de los agentes conversacionales en los MOOC es para desencadenar interacciones entre pares en grupos. Su intervención puede aumentar significativamente la participación y el compromiso de los estudiantes en línea, lo que resulta en tasas reducidas de abandono de los MOOC (Caballé, 2021).

La creación de un agente conversacional virtual para ayudar con las tutorías de proyectos finales de grado en la escala SUS (escala de usabilidad del sistema). La escala tiene la calidad de métricas exitosas y buena bondad de modelo, puntos verificables en la composición experimental y en buena consistencia interna del cuestionario. Los datos también muestran que existen diferencias significativas en el cambio de: género, nivel, nivel de comprensión y nivel de uso de los chatbots (Artiles-Rodríguez, 2021).

Se desarrollo un agente pedagógico que animan a los niños a hacer preguntas diferentes y más complejas, asociadas con su curiosidad. El hacer preguntas es fundamental para desarrollar la comprensión académica. Ya que se ha encontrado que la formulación de preguntas rara vez ocurre en clase y las preguntas de los niños tienden a ser superficiales y carecen de argumentos profundos. Sin embargo, con la interacción con el agente académico se aumentó el número de preguntas de pensamiento divergente y de fluidez, mientras que no alteraron significativamente la percepción de curiosidad de los niños a pesar de sus altos puntajes de motivación intrínseca (Mehdi Alaimi, 2020).

Se desarrollo un agente para enseñar a los estudiantes a resolver problemas verbales en un entorno de aprendizaje basado en computadora. El agente fue programado para proporcionar explicaciones instructivas, ya sea de forma textual o

audible, mientras usa la mirada y los gestos para guiar a los estudiantes a centrar su atención en la parte importante del ejemplo. Fue creado para interactuar con dos funciones, la primera: los estudiantes presentados a un gerente que brindaba explicaciones auditivas (voz más agente) superaron a sus compañeros de control en las medidas de transferencia. Y una segunda en la condición de voz gerencial, los estudiantes superaron a sus compañeros a quienes se les presentaron explicaciones de texto de una variedad de acciones. Por lo que el agente animado proporciona instrucciones de forma auditiva puede ayudar a optimizar el aprendizaje a partir de ejemplos (Atkinson, 2002).

El nuevo sistema de tutoría inteligente es un tutor informático completamente automatizado que simula tutores humanos y conversa con los estudiantes en lenguaje natural. Ayuda a los estudiantes a aprender física newtoniana y temas de alfabetización informática, presentando problemas desafiantes de un guion del plan de estudios e involucrando a los estudiantes en un diálogo de iniciativa mixta para construir una respuesta. También brinda retroalimentación sobre las entradas de los estudiantes, alienta al estudiante a obtener más información, completa las palabras que faltan, da sugerencias, completa la información que falta con afirmaciones, identifica y corrige las ideas incorrectas. También realiza una interacción tutorial sensible al afecto, involucrando al tutor y al alumno en un ciclo afectivo (S. D'Mello, 2007).

El proyecto tutoría virtual: el tutor virtual es el artefacto mediador del aprendizaje en la educación universitaria en línea. Es un proyecto en curso, con el objetivo principal de analizar el impacto pedagógico de una interfaz de usuario antropomórfica en un entorno típico de aprendizaje a distancia destinado a apoyar la educación superior en línea. Implica el desarrollo de avatares manipulados en 3D que deben realizar actividades típicas de tutores en línea. El tutor virtual debe imitar a un tutor humano, siendo una especie de interfaz empática entre el estudiante y el módulo del curso en Moodle. Pero más que eso, el tutor virtual debe dar apoyo en el proceso de aprendizaje del estudiante, funcionando tanto como una guía dentro de los contenidos que ofrece el curso e-learning (Carvalho, 2019).

Conocidos a menudo como profesores virtuales o agentes educativos, son atractivos para su uso en contextos educativos por una variedad de razones. No solo brinda oportunidades para la interacción personal, sino que, lo que es más importante, permite que los estudiantes trabajen en el material a su propio ritmo en lugar de estar sujetos a las restricciones del aula, lo que les permite revisar e integrar. Se trata de proporcionar una vía para el reconocimiento. tiempo, sin presiones externas, puede adquirir habilidades como mejor le parezca (Bond, 2021).

Los agentes de inteligencia artificial pueden servir como tutores para la formación de personas con discapacidad. Cargos en los que se requiere de personal altamente cualificado, por lo que requieren de capacitaciones para asumir a esas plazas. Por lo que se desarrolló un tutor de IA que puede enseñar a los usuarios los gestos necesarios en el campo como requisito previo. Tutor de IA adopta tecnología de aprendizaje modelo para aprender gestos de expertos. Partiendo de los ejemplos incluyen trabajos de tecnología militar como TI y grandes centros de cumplimiento como Amazon. El implementar agentes con inteligencia artificial no solo reduce los recursos necesarios para dicha formación, sino que también reduce el tiempo que tarda el personal en prepararse para las tareas (Banerjee, 2020).

Los agentes poseen una apariencia en la realidad virtual por lo que su apariencia es significativa para lo que se pretende transmitir. Al igual que con las personas reales, es fácil imaginar que la vestimenta en los entornos adecuados será crucial para mantener la realidad deseada y mantener: credibilidad, confianza, respeto y seriedad de los avatares virtuales. Se sabe que los estilos de ropa transmiten las cualidades personales de otras personas, como la sociabilidad, el orden y la franqueza, por lo que la ropa de avatar debe combinarse cuidadosamente con el uso, el propósito y el propósito previstos. Por lo que se investigó el papel de la ropa y el entorno en la percepción de un personaje virtual. Con la ayuda de dos experimentos, se mide la personalidad percibida de un personaje virtual utilizando rasgos de personalidad basados en las dimensiones del OCEAN en varios estilos de ropa diferentes y entornos diferentes (Cunningham, 2019).

## **CAPÍTULO III. ESTUDIO EMPIRICO**

### **3. METODOLOGÍA**

En este apartado se presenta la metodología empleada para el desarrollo de la propuesta. Para cada etapa del desarrollo se recurre a uno de los diferentes tipos de investigación existente, esto con el fin de solventar las necesidades en cada apartado en el desarrollo de la metodología. Se aplicaron recursos e instrumentos para poder obtener resultados, todo respectivamente al tipo de investigación aplicada.

La metodología que se propone para desarrollar esta investigación consta de cinco fases, las cuales se enlistan a continuación:

1. Diagnóstico
  1. Objeto de estudio
  2. Investigación documental
2. Diseño
  1. Modelado de sistemas
  2. Desarrollo de software
3. Construcción
  1. Algoritmo
  2. Programación
4. Validación
  1. Grupos de tratamiento
  2. Grupos de control
5. Análisis de resultados
  1. Estadística descriptiva

#### **3.1 Diagnóstico**

Ejecutar el diagnóstico implica realizar un procedimiento ordenado, sistemático, con el propósito de obtener conocimiento para juzgar mejor qué es lo que está pasando. Esto se da partir de la observación y el análisis de datos concretos. El diagnóstico

conlleva siempre una evaluación, es decir valoración de acciones en relación con objetivos, para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias.

### 3.1.1 Objeto de estudio

La autora Silvia Domínguez (2007) en las reflexiones sobre el objeto de estudio que propone cita a los autores; P. Bourdieu, J. C. Chamboredon y J. C. Passeron del año de 1996, en el que refieren que, para construir objetos sociales reales, el investigador debe abandonar las preconcepciones, es decir, las observaciones ingenuas que no establecen específicamente relaciones entre lo observado. De tal manera que el objeto de investigación no puede definirse y construirse sino en función de un problema teórico, debidamente estructurado por medio de planteamientos metodológicos. Como también la del autor Juan Luis Hidalgo Guzmán de año 1992, con la cual amplía lo anterior al decir que, todo tiene su fundamento en la historia. Partiendo de preguntas. Lo que permite construir una primera propuesta. Esto permite determinar eventos, interacciones, temas y un entorno paralelo. El papel de la teoría es importante suponiendo cuestionar el sentido común, especialmente cuando se trata de una verdadera apropiación de la teoría.

Llegar a encontrar el objeto de aprendizaje requiere como ya se ha mencionado de sistemas metodológicos. Los autores Ulices Ceron, Guadalupe Veytia y Arturo Guerrero (2017) presentan una metodología que permite estructurar el objeto de estudio de manera sistemática y ética. Su propuesta se basa en la autora Elena Chan (2006) la que propone ocho operaciones metodológicas que se enlistan a continuación:

1. Visualización del discurso a producir: es en este punto donde se debe de realizar la cuestión de a que lectores o a quienes esta dirigido el texto, y en segundo, refiriéndose a los usos que se van a realizar del texto. Para poder localizar es necesario responder a las siguientes preguntas.
  - a. ¿Qué discursos se pretenden generar sobre el propio discurso?
  - b. ¿Qué sujetos identifican al pensar en el discurso a desarrollar?

- c. ¿Qué tipo de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales se moverían al leer el discurso?
  - d. ¿Qué tipo de interacciones se identifican como transformables al desarrollar el discurso?
2. La auto observación: este es el proceso que tiene el investigador de auto observarse, con el propósito de reflexionar en torno a la intención para propiciar un determinado discurso. La postura es romper paradigmas, actitudes, perspectivas que le permitan prestar atención tanto los objetos como los sujetos con los que está trabajando desde una manera distinta. Para hallar las respuestas correctas, se proponen las siguientes preguntas:
- a. ¿Qué rol y que roles se reconoce en quien investiga a partir de las diferentes posiciones que ocupa en el campo?
  - b. ¿Cómo se lleva a cabo la construcción del discurso?
  - c. ¿Con qué velocidad se genera el discurso y qué medios emplea para su difusión y divulgación?

Los roles que sugiere son:

- El primero de educador
  - El segundo de investigador
  - El tercero de intermediario.
  - Posicionamiento
3. Posicionamiento: el investigador refleja en el planteamiento que presenta en el estado del arte. Trabajar en ello fija un posicionamiento como resultado de un proceso de autoobservación, el cual requiere de la confrontación dialéctica en torno a los métodos, problemas y normas que se plantean desde el objeto de estudio. Las preguntas que llevan a esto son:
- a. ¿Son identificables en los proyectos recientes en el campo de articulación con otras ciencias sociales y educación los rasgos que hablen del surgimiento de nuevas teorías?

- b. ¿Se presentan de forma explícita los problemas, normas y métodos para la solución identificada?
  - c. ¿Qué rol se quiere asumir al trabajar la construcción del objeto de estudio: admirador, adversario, educador, crítico?
4. Problematización: consiste en la identificación del problema, que se genera por una sensación en la cual no corresponde lo que las instituciones asumen y controlan como un valor, sino, que realmente suceden en la vida cotidiana. Es decir, enfatizan en la escasa congruencia que puede existir entre los esquemas de acción que se ejecutan en una situación o contexto y los valores.
5. Diseño del modelo heurístico: es enfatizar sobre los conceptos, es primordial que en la construcción de un proyecto de investigación se generen relaciones sólidas entre el pensamiento metodológico, el pensamiento axiológico y la visión problemática. No es de extrañarse que durante el proceso de investigación se enriquezcan o se modifican constantemente, donde se puede sentir una sensación de incertidumbre al percibir que no hay progreso o que existe un retroceso. Pero esto es normal cuando realiza la ruta hacia la construcción del objeto de estudio.
6. Teorización: Es a través de las teorías que se lleva a cabo este proceso de enunciación de conceptos centrales. Estableciendo una relación entre ellos, lo que permitirá dejar atrás islas de conceptos, para generar redes de conceptos con significado y sentido, vistas a la luz de la construcción del objeto de estudio. Las preguntas que permitirán al investigador vincular la postura epistémica con la postura teórica se encuentran las siguientes:
- a. ¿Se observa la relación entre lo epistémico y lo teórico?
  - b. ¿Se relacionan cosas o hechos?
  - c. ¿La percepción de la problemática ha sido resultado de la búsqueda de datos duros?

- d. ¿Cuál es la relación entre los datos duros y los empíricos?
  - e. ¿Qué teorías se encuentran implícitas en los supuestos presentados?
7. Construcción del marco metodológico: aquí se requiere el articular diversos métodos para la recuperación de datos. El tratamiento de estos, interpretación y presentación de resultados de todas las operaciones encadenadas. Para identificar la consistencia interna se requiere de los siguientes elementos:
- a. Planteamiento del problema
  - b. Delimitación del objeto de estudio
  - c. Definición de los supuestos de investigación
  - d. La elaboración de analogías.
8. Reflexión sobre la transformación del discurso en producción: el siguiente paso es el proceso de construcción a partir del contexto, sus agentes y el objeto. De tal manera que el investigador debe llegar hasta aquí después del recorrido realizado, afín de considerar tener un acercamiento preciso sobre lo que quiere lograr en la construcción del proceso de producción discursiva. Los resultados deberían contener por lo menos los siguientes requisitos:
- a. Las intenciones de la investigación
  - b. La transición entre la identificación de la situación problemática en un contexto específico y la construcción de un problema de investigación
  - c. La presentación de los datos teóricos y empíricos identificados
  - d. La red de construcción generada entre el dato empírico y el concepto que se toma como referente para su explicación
  - e. La aclaración y diferenciación de los términos
  - f. La explicitación de las categorías empleadas
  - g. Interpretación de registros
  - h. La identificación de los puntos de ruptura

### 3.1.2 Investigación documental

Considerada un tipo de investigación cualitativa. Encargada de recopilar y seleccionar información empleando técnicas de cotejo e integración de información. Recurriendo fundamentalmente a fuentes de datos en los que la información ya se encuentra registrada. Se recopiló información, consultando diversas fuentes como: libros, documentos digitales, revistas electrónicas, foros, artículos científicos y tesis con la finalidad de ampliar el panorama sobre el tema.

Primeramente, se tiene que determinar la necesidad de la revisión de la literatura. Cooper (1988) indicó el uso del término "revisión de la literatura" para describir documentos. Según Garvey y Griffith (1971) "...el científico individual está sobrecargado de información dejando de rastrear y procesar toda la información generada en relación con su tema principal". Un error es que menos de una quinta parte de todas las revisiones se realizan con el propósito de sintetizar exhaustivamente una literatura de investigación.

Plantear una revisión completa comprende además centrarse en: los resultados de la investigación, los métodos de investigación y las teorías y/o las aplicaciones. Sin embargo, el propósito es: intentar corregir esta omisión ofreciendo una definición general del término "revisión de la literatura". La taxonomía para clasificar las revisiones de la literatura según sus principales características, donde la taxonomía es ayudar a evaluar la calidad de las revisiones. Bosquejar el alcance, comprende además el enfoque de la investigación, el objetivo perspectiva, cobertura, organización y audiencia según Cooper (1988).

#### 1. Enfoque de la revisión

- Productos de la investigación
- Métodos de investigación
- Teorías de investigación
- Prácticas o aplicaciones de investigación

2. Objetivo de la revisión de la literatura:
  - Imagen holística del estado actual del conocimiento sobre el tema de Investigación
  - Revisión crítica
  
3. Con perspectiva en la investigación y en la revisión de la literatura:
  - ¿Cuál es el rol del autor de la revisión de la literatura?
  
4. Cobertura y alcance de la literatura:
  - Exhaustivo
  - Exhaustivo con cita selectiva
  - Representativo
  - Puntual
  
5. Organización de la narrativa:
  - Histórica
  - Teórica
  - Metodológica
  
6. Audiencia objetivo:
  - Jurados, replicantes o dictaminadores de tesis
  - Comités públicos o privados de financiamiento
  - Ejecutivos de las editoriales
  - Técnicos y profesionales en el área
  - Formuladores de políticas
  - Colegas del ámbito laboral
  - Comunidad de investigadores
  - Público en general

Las pautas para escribir revisiones de la literatura a través de la detección del tópico de investigación se formulan partiendo de las siguientes preguntas. ¿Qué se analizará y por qué? y ¿Qué teorías se aplican? Para Richard (2005) presenta una respuesta a esas interrogantes, como a continuación se describen.

1. ¿Qué se analizará y por qué?

- Ofrece pautas para escribir revisiones integradas de literatura. Después de revisar los propósitos mejor servidos mediante revisiones bibliográficas, el artículo analiza cómo organizar y escribir una revisión bibliográfica integradora que ofrezca nuevas y valiosas perspectivas sobre un tema.

2. ¿Qué teorías se aplican?

- Una agenda de investigación: que fluye lógicamente del análisis crítico de la literatura. La agenda de investigación debe plantear preguntas provocativas o proposiciones que den dirección a futuras investigaciones
- Modelos alternativos o marcos conceptuales: nuevas formas de pensar sobre el tema abordado por la revisión integradora. Los modelos o concepciones alternativos propuestos por el autor deben derivarse directamente del análisis crítico y la síntesis proporcionados
- Una taxonomía u otra clasificación conceptual de constructos: a menudo se desarrolla como un medio para clasificar investigaciones previas. Ellos, a su vez, sientan las bases para nuevas teorizaciones
- Metateoría: la integración y síntesis de una revisión de la literatura puede proporcionar la base para desarrollar una metateoría en todos los dominios teóricos a través de investigaciones futuras.

Antes de iniciar la búsqueda de información es necesario la selección y argumentación de las bases de datos. Una búsqueda bibliográfica es el proceso de consultar bases de datos de literatura académica de calidad, es decir, la búsqueda en ases de datos de alta fiabilidad como: *Abi*, *Inform*, *JStore*, *Elsevier*, *Science Direct*, *Wilson Web*, entre otras. Esta estrechez de la búsqueda puede hacer que un

investigador novato obtenga sólo un conocimiento parcial sobre un fenómeno. Este problema es particularmente agudo en el dominio de los sistemas de información debido a la gran dispersión de la literatura de calidad de los sistemas de información en ciertas bases de datos y numerosos proveedores de literatura. Es importante que los investigadores novatos, dediquen tiempo a ampliar sus habilidades de búsqueda de bibliografía más allá de un proveedor determinado, aprendiendo a realizar una búsqueda bibliográfica utilizando los recursos de múltiples proveedores. La primera técnica en la gestión del proceso de revisión de la literatura tiene que ver con el seguimiento de la ruta de investigación. Para explorar adecuadamente la base bibliográfica, se deben realizar búsquedas en varias bases de datos electrónicas con diferentes palabras clave y combinaciones de palabras clave (Brocke, 2009).

El siguiente paso es la investigación de palabras clave. Implica buscar en bases de datos académicas de alta calidad utilizando palabras, frases o palabras clave específicas con el objetivo de encontrar literatura relevante. Puede buscar palabras clave en diferentes categorías, como títulos de documentos y resúmenes. Esto es cierto para las búsquedas bibliográficas de sistemas de información, donde las palabras clave a menudo se relacionan con tecnologías específicas. Un error común que cometen los investigadores sin experiencia, especialmente los investigadores de sistemas de información, es suponer que una búsqueda por palabra clave devolverá toda la información disponible en el documento. Los investigadores de nuevos sistemas de información tienden a ceñirse a palabras clave específicas cuando buscan literatura. Otro problema con la investigación de palabras clave es el uso de términos específicos de tecnología, también conocidos como "palabras de moda", que aparecen y desaparecen en el documento. La identificación de la documentación de los sistemas de información de alta calidad es complicada por la gran cantidad de fuentes potencialmente relevantes, así como por la gran cantidad de documentos de calidad variable. La búsqueda hacia atrás significa encontrar referencias de artículos a partir de la búsqueda por palabra clave, mientras que la búsqueda hacia adelante significa encontrar fuentes adicionales que citaron el artículo (Levy, 2006). Es decir, El proceso de búsqueda hacia atrás se refiere a revisar la literatura más antigua, citada en los artículos obtenidos de la

búsqueda por palabra clave y la búsqueda hacia adelante significa revisar fuentes adicionales que han citado el artículo.

Para la organización y búsqueda de la información se empleó el protocolo SRL (ver figura 16). El diseño del marco de trabajo general del proceso de la revisión. Determinar los pasos específicos, incluyendo al menos; el tema de investigación y la estrategia de búsqueda con los criterios para incluir y excluir los artículos, los métodos utilizados para recuperarlos, los criterios para determinación de los resultados, detalles sobre la codificación, procedimientos estadísticos y tratamiento de la investigación cualitativa (Brocke, 2009).

- A. Fase 1: Definir un alcance y sabor apropiados de la revisión. Las revisiones pueden ser críticas, interpretativas, especulativas, de vanguardia e históricas y puede variar según el tema, el período cubierto y el grado de cobertura de las fuentes.
- B. Fase 2: Prestar atención al hecho de que una revisión debe comenzar con “una concepción amplia de lo que se sabe sobre el tema y áreas potenciales donde se puede necesitar conocimiento”. en este punto se deben proporcionar definiciones de trabajo de los términos clave, primero se debe consultar “aquellas fuentes que probablemente contengan un resumen o descripción general de los temas clave relevantes para un tema”, como libros de texto, enciclopedias o manuales seminales. Una forma razonable de identificar conceptos clave es el mapeo de conceptos, que también brinda la oportunidad de descubrir términos de búsqueda relevantes (en particular, conceptos relacionados o sinónimos y homónimos) que se pueden aplicar en la búsqueda bibliográfica posterior.
- C. Fase 3: El proceso de búsqueda involucra la base de datos, la palabra clave, la búsqueda hacia atrás y hacia adelante, así como una evaluación continua de las fuentes. En consecuencia, la identificación de revistas constituye la primera sub-fase del marco, aunque estaríamos de acuerdo en que tiene más sentido consultar bases de datos académicas que permitan una búsqueda

basada en temas. Sin embargo, un desafío definitivamente radica en identificar las bases de datos adecuadas.

- D. Fase 4: Analizarse y sintetizarse a medida que nos enfocamos en el proceso de búsqueda, solo mencionamos brevemente esta fase Para el análisis se utilizó una matriz de conceptos.
- E. Fase 5: Síntesis de la literatura resulte en una agenda de investigación compuesta por preguntas más agudas y perspicaces para futuras investigaciones. La agenda de investigación proporciona la base para extender la revisión a fin de que la comunidad de SI se mantenga actualizada y puede desarrollarse con base en la matriz de conceptos propuesta.



**Figura 16.** Proceso de búsqueda de literatura.

**Fuente:** Adaptación personal (Brocke, 2009)

Toda vez que se han seleccionado los artículos que se seleccionaron respecto a las palabras clave en las bases de datos apropiadas. La evaluación en todas las fases significa limitar la cantidad de literatura identificada por la búsqueda de palabras

clave, así como la búsqueda hacia atrás y hacia adelante, a solo aquellos artículos relevantes para el tema en cuestión.

Por lo tanto, proponemos una evaluación del contenido de los artículos, lo que puede significar analizar sus títulos, resúmenes o incluso textos completos. Existirán ciertos campos de la matriz, que permanecen "en blanco" durante un estudio de literatura, a menudo resaltan áreas de investigación que están significativamente poco investigadas.

Dicho esto, aunque se accedió a estas revistas a través de bases de datos en línea, no se ha realizado una búsqueda "pura" en la base de datos. Además, las búsquedas hacia atrás o hacia adelante formaron parte de nuestra estrategia de búsqueda bibliográfica.

## **3.2 Diseño**

Para aplicar el ingenio y diseñar soluciones de manera efectiva, es imprescindible seguir un enfoque metódico. El primer paso consiste en analizar detalladamente las necesidades del usuario final. Esto implica la creación y resolución de prototipos finales que aporten nuevos conocimientos al campo. Es esencial comunicar los conocimientos adquiridos de manera clara y concisa, tanto visualmente como por escrito.

La investigación en diseño puede emplear una variedad de metodologías, que van desde métodos analíticos y evaluativos hasta interpretativos y participativos, así como enfoques experimentales y analítico-sintéticos. En cada caso, es crucial seleccionar los métodos apropiados, como la observación, el registro, el interrogatorio, las encuestas de opinión, las entrevistas, los experimentos y la elaboración de diagramas.

### **3.2.1 Modelado de sistemas**

Para lograr comprender la importancia del modelado, se realizará la explicación a manera de compararlo con el mundo de la construcción. Realizar una edificación sin planificación ni investigación previa, es como comenzar a colocar ladrillos uno sobre otro y levantando muros al azar, sin pensarlo se podría realizar una habitación

cerrada, es decir sin puertas ni ventanas. El modelado ayuda a enfrentar la complejidad del proyecto y visualizar el sistema que se desea diseñar.

El modelo ayuda a que el equipo de trabajo logre comunicar la visión del sistema que se construirá. El modelado le permite especificar la estructura y el comportamiento de su sistema utilizando los recursos de manera eficiente. Un modelo es una herramienta invaluable durante la construcción, sirve como guía para el programador y los demás involucrados en el proyecto. La modelación de sistemas es el proceso de elaboración de modelos abstractos de un sistema, con cada modelo que presenta una vista o perspectiva diferente de ese sistema.

Tanto por su tamaño como por su naturaleza, requieren diferentes herramientas, procesos, arquitecturas, personas y tecnologías. El truco consiste en encontrar formas de escribir un buen software escribiendo menos código. Se debe tener presente que realizar la práctica del modelado como parte de un desarrollo habitual para los proyectos de software, le da una certeza de ser exitosos, además es una técnica de ingeniería probada y bien aceptada. Los resultados que se pueden esperar son los siguientes:

- Visualiza el producto final para los usuarios o clientes.
- Comprender mejor el alcance del sistema.
- Permite especificar la estructura y conducta del sistema.
- Ayuda al equipo de trabajo a comunicar la visión del sistema que se está construyendo.
- Documenta las decisiones que se han tomado.
- Los modelos son herramientas que apoyan el proyecto a largo plazo.
- Da una plantilla que guía el proceso de construcción.

La modelación de sistemas ha alcanzado el simbolizar lo que representa un sistema que utiliza algún tipo de notación gráfica para comunicarse con los clientes, El proceso de análisis y diseño del sistema pueden ser modelados como un conjunto de componentes, iteraciones y relaciones. Esto permite visualizar el proceso abstracto de la concepción lógica de un problema. La arquitectura del sistema puede

ser representada a través de diagramas de bloques que muestran los principales procesos y entidades del sistema y sus subsistemas y cómo se relacionan unos con otros (ver figura 17).

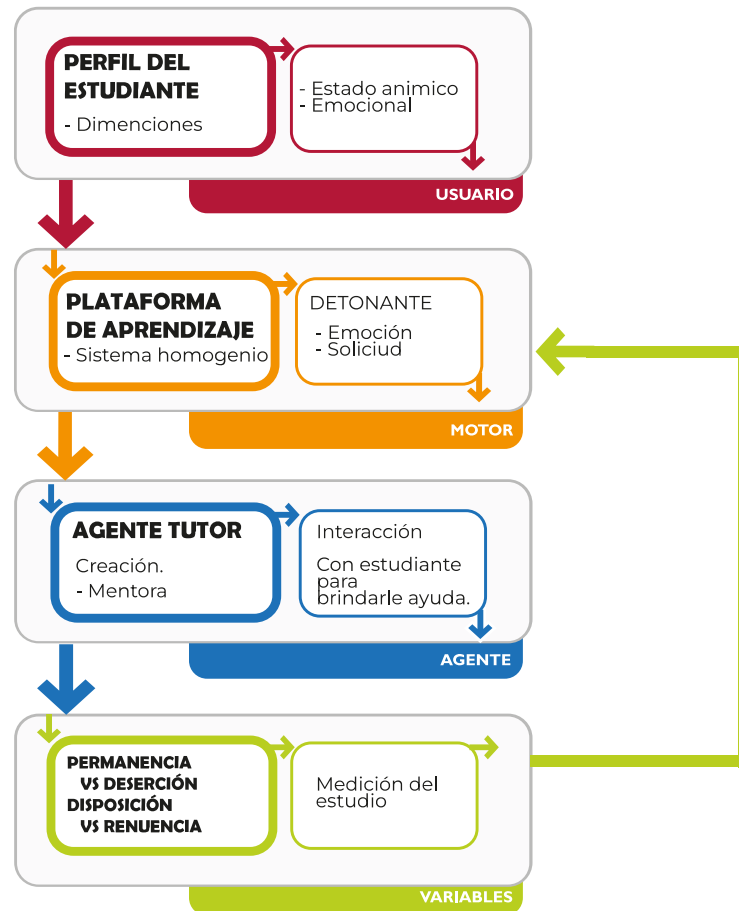


Figura 17. Diagrama de bloques del agente tutor.

Fuente: Elaboración propia (2023)

Como se ha mencionado el modelado es el análisis y diseño de aplicaciones de software antes de escribir el código. Por lo que es necesario la creación de un conjunto de modelos para definir aspectos del sistema como los requisitos, la estructura y el comportamiento. Estos modelos ayudarán a pensar en un sistema, además de facilitar la comunicación, documentan decisiones y generan código automáticamente. La elección del modelo tiene un gran impacto en cómo se aborda el problema y se diseña la solución. Todos los modelos deben estar vinculados a la

realidad. Un solo modelo no es suficiente. Los sistemas triviales se abordan mejor con un pequeño conjunto de modelos en su mayoría independientes.

En general, la construcción de modelos de objetos y modelos de software requiere la disponibilidad de un lenguaje de modelado. En otras palabras, necesitamos una estrategia para detallar, visualizar, construir y documentar los componentes de un sistema de software. La ingeniería de requisitos utiliza modelos de sistemas existentes. Ayudan a clarificar y pueden usarse como base para discutir sus fortalezas y debilidades. Estos adoptan los requerimientos del nuevo sistema. Los ingenieros usan estos modelos para analizar los diseños y documentar los sistemas de aplicación. Los procesos de ingeniería basados en modelos permiten la generación de diagramas y documentación completa o parcial de un sistema a partir de un modelo. El modelado de sistemas generalmente significa que hay que representar sistemas en algún tipo de notación gráfica, basada en anotaciones de Lenguaje de modelado unificado (UML de sus siglas en ingles).

UML proporciona un lenguaje de modelado visual, estructural, semántico y sintácticamente rico para la arquitectura. Disponible para el diseño y la implementación de sistemas de software complejos. En general, los diagramas UML describen los límites, la estructura y el comportamiento de un sistema y los objetos que contiene (Lucidchart, 2023).

Hoy día existen múltiples mecanismos para resolver cuestiones informáticas, sin embargo, hay cuatro categorías de modelos de resolución de problemas para el estudio de algoritmos y datos, los cuales se presentan a continuación: lenguajes imperativos, funcionales, declarativos y orientados a objetos (OOP de sus siglas en ingles).

En los lenguajes orientados a objetos, los algoritmos se expresan definiendo "objetos" que tienen una interacción. Estos son elementos que necesitan ser manipulados y existen en el mundo real, como: una casa, utensilios sobre un escritorio o simplemente personas. UML es una combinación de varias notaciones orientadas a objetos: de diseño, técnicas de modelado e ingeniería de software. También utiliza los puntos fuertes de estos tres enfoques para proporcionar una

metodología unificada que es más fácil de usar. Así también este lenguaje representa las mejores prácticas para construir y documentar varios aspectos del software y el modelado de sistemas comerciales.

Dado que UML es un lenguaje, existen reglas para combinar varios elementos gráficos en diagramas, con el propósito de representar otros puntos de vista del sistema llamados modelos, simples representaciones simplificadas de la realidad. El modelo describe qué deben hacer los sistemas, pero no cómo deben implementarse dichos sistemas.

El desarrollo de sistemas se centra en tres modelos generales de sistemas diferentes: funcionales; se trata de diagramas de casos de uso que describen la funcionalidad del sistema desde el punto de vista del usuario; de objetos, se trata de diagramas de clases que describen la estructura del sistema en términos de objetos, atributos, asociaciones y operaciones; dinámicos, los diagramas de interacción, los diagramas de máquina de estados y los diagramas de actividades se usan para describir el comportamiento interno del sistema.

Los diagramas que comúnmente son empleados por los conceptos que representan se enlistan en dos tipos diferentes de diagramas: primeramente, los estructurales y uno segundo de comportamiento (Diagramasuml, 2017), (Lucidchart, 2023). Todos los que se mencionan están considerados como parte de los Diagramas UML:

1. Diagramas de estructura
  - a. Diagrama de clases
  - b. Diagrama de despliegue
  - c. Diagrama de objetos
  - d. Diagrama de componentes
  - e. Diagrama de estructura
  - f. Diagrama de paquetes
2. Diagramas de comportamiento
  - a. Diagrama de actividad
  - b. Diagrama de máquina de estados

- c. Diagrama de casos de uso
- d. Diagrama de interacción
  - i. Diagrama de tiempos
  - ii. Diagrama de secuencia
  - iii. Diagrama de comunicación
  - iv. Diagrama global de interacciones

A continuación, se presentan la descripción de los diagramas enlistados anteriormente, considerando si estos son aplicables para el desarrollo de la investigación, anexando a su vez una breve justificación del porqué. Cada uno de estos diagramas sirven de referencia uno con el otro al tener una relación directa, en algunos casos el final de uno marcará el inicio del otro.

Como en el listado anterior se presentan primeramente los diagramas estructurales en la tabla 10, de los cuales se han seleccionado tres de los seis diagramas listados. La consideración de selección de los diagramas estructurales fue el modelar de manera efectiva y eficiente el agente tutor. Por lo cual se seleccionaron solo los que eran aplicables, discriminando aquellos que a consideración de la descripción ya se contemplan sus características en un diagrama ya seleccionado.

**Tabla 10.** Diagramas estructurales

DIAGRAMA	DESCRIPCION	APLICABLE	JUSTIFICACIÓN
Clases	Muestra la estructura del sistema, subsistema o componente utilizando clases con sus características, restricciones y relaciones: asociaciones, generalizaciones, dependencias	Si	Como es un módulo dependiente de la plataforma de aprendizaje. Tendrá relación con otras tablas, por lo que se modelara hasta donde se han marcado sus límites.
Despliegue	Muestra la arquitectura del sistema como despliegue (distribución) de artefactos de software.	Si	Se requiere para modelar su funcionamiento.
Objetos	Un gráfico de instancias, incluyendo objetos y valores de datos. Un diagrama de objeto	No	Con la información que se muestra en el diagrama de

	estático es una instancia de un diagrama de clase; muestra una instantánea del estado detallado de un sistema en un punto en el tiempo.		clases se encuentra representado.
Componentes	Muestra componentes y dependencias entre ellos. Este tipo de diagramas se utiliza para el desarrollo basado en componentes (CDB), para describir sistemas con arquitectura orientada a servicios (SOA).	Si	Para presentar los componentes, se enlaza con la información presentada en el diagrama de clases.
Estructura	Muestra la estructura interna (incluidas las partes y los conectores) de un clasificador estructurado.	No	Con la información que se muestra en el diagrama de clases se encuentra representado.
Paquetes	Muestra los paquetes y las relaciones entre los paquetes	No	Con la información que presentará con el diagrama de componentes se encuentra representado.

**Fuente:** adaptación personal (Vélez, 2009)

En la tabla 11 se presenta la descripción de los diagramas de comportamiento. De modo similar se seleccionaron aquellos que realizan un aporte considerable al modelado del agente tutor. Dejando fuera aquellos que por sus características dadas en la descripción ya fueron contempladas en alguno ya seleccionado.

**Tabla 11.** Diagramas de comportamiento

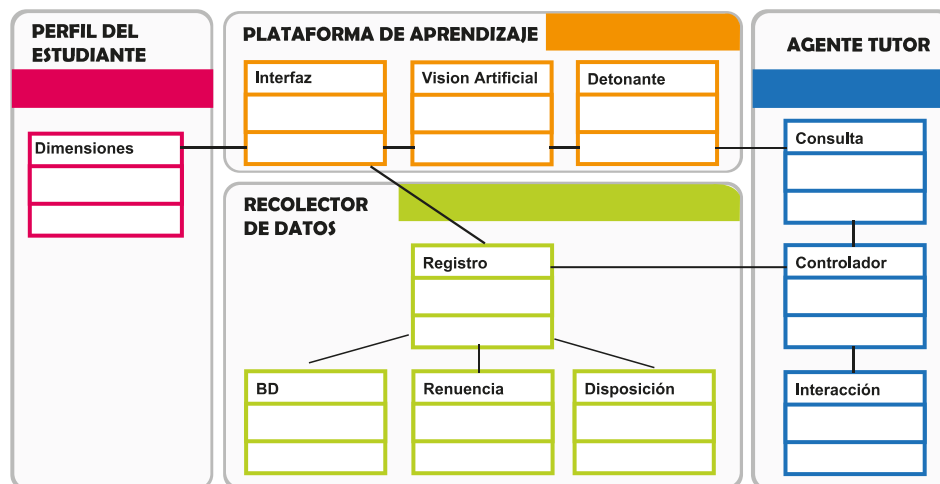
DIAGRAMA	DESCRIPCION	APLICABLE	JUSTIFICACIÓN
Diagrama de actividad	Muestra la secuencia y las condiciones para coordinar los comportamientos de nivel inferior, en lugar de los clasificadores que poseen esos comportamientos. Estos son comúnmente llamados modelos de flujo de control y flujo de objetos.	No	Con la información que se muestra en el diagrama de casos de uso ya se encuentra representado.
Diagrama de máquina de estados	Describe un conjunto de acciones (casos de uso) que algunos sistemas o sistemas (sujetos) deben o pueden realizar en colaboración con uno o más usuarios externos del sistema (actores) para proporcionar algunos resultados	No	No es aplicable al proyecto.

	observables y valiosos a los actores u otros interesados del sistema(s).		
Diagrama de casos de uso	Se utiliza para modelar el comportamiento discreto a través de transiciones de estados finitos. Además de expresar el comportamiento de una parte del sistema, las máquinas de estado también se pueden usar para expresar el protocolo de uso de parte de un sistema.	Si	Aplica solo hasta donde se han establecido los límites de la investigación.
Diagrama de secuencia	Es el tipo más común de diagramas de interacción y se centra en el intercambio de mensajes entre líneas de vida (objetos).	Si	Se requiere para presentar la secuencia que seguirá al realizar el proceso.
Diagrama de comunicación	Se enfoca en la interacción entre líneas de vida donde la arquitectura de la estructura interna y cómo esto se corresponde con el paso del mensaje es fundamental. La secuencia de mensajes se da a través de una numeración.	No	No es aplicable a la investigación, puede incluirse en el diagrama de secuencia.
Diagrama de tiempos	Se centran en las condiciones que cambian dentro y entre las líneas de vida a lo largo de un eje de tiempo lineal.	No	No es aplicable a la investigación, puede incluirse en el diagrama de secuencia.
Diagrama global de interacciones	Los diagramas globales de interacciones brindan una descripción general del flujo de control donde los nodos del flujo son interacciones o usos de interacción.	No	No es aplicable a la investigación, puede incluirse en el diagrama de secuencia.

**Fuente:** adaptación personal (Vélez, 2009)

En el diagrama de clases (Ver figura 18), se presenta la estructura base del sistema en lo general, que comprende las características, restricciones y relaciones: asociaciones, generalizaciones, dependencias. Comenzando por el perfil del estudiante considerando sus dimensiones. La plataforma de aprendizaje que contempla la interfaz, la visión artificial implementada, y el detonante. Del agente tutor se considera la consulta, el controlador. Por último, el recolector de datos, el

cual contempla el registro, en relación directa con la base de datos, la renuencia y la disposición.



**Figura 18.** Diagrama de clases del agente tutor.

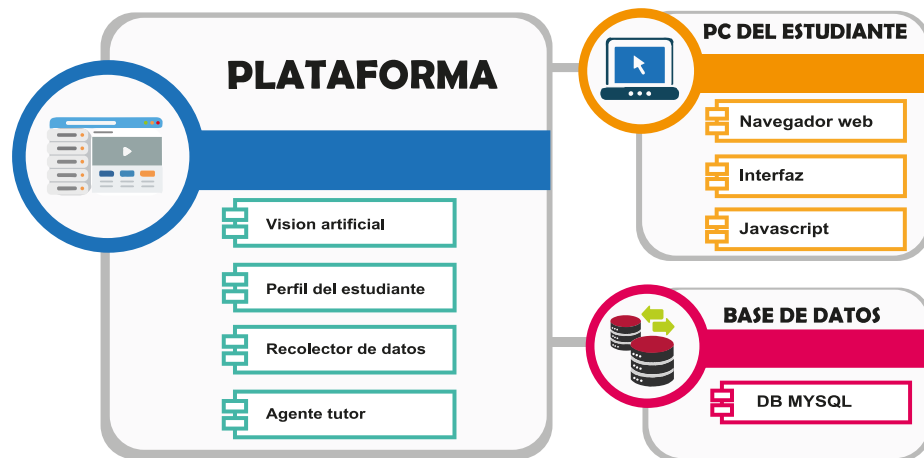
**Fuente:** Elaboración propia (2023)

En el diagrama de despliegue es una herramienta útil para visualizar cómo se materializa el software del agente tutor en los componentes de hardware o software de un sistema educativo en línea. Este diagrama detallaría la infraestructura física necesaria para ejecutar el software del agente tutor, incluidos los servidores, bases de datos, interfaces de usuario y otros dispositivos.

Las cajas grandes grises en el diagrama representarían los nodos, que son los elementos fundamentales de software o hardware necesarios para la implementación del agente tutor. Estos nodos contemplan: la plataforma de aprendizaje, el servidor de base de datos y dispositivos de usuario final.

Las líneas que conectan estos nodos indicarían las relaciones y dependencias entre ellos, mostrando cómo se comunican y colaboran los diferentes componentes en el sistema. Representan las conexiones de red entre servidores, las solicitudes de datos entre el servidor y la base de datos, y otras interacciones entre los diversos elementos del sistema.

Dentro de los nodos, se representarían las formas más pequeñas para ilustrar los artefactos de software específicos asociados con el agente tutor. Estos artefactos incluyen: el código fuente del software del agente, archivos de configuración, bibliotecas de software y otros elementos necesarios para su funcionamiento adecuado en el sistema educativo en línea. (ver figura 19).



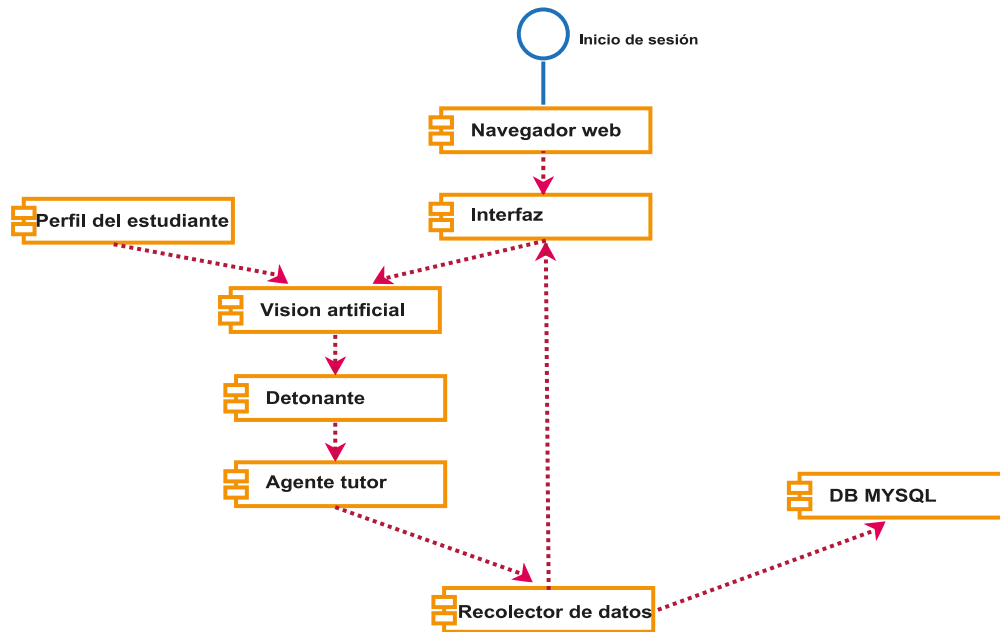
**Figura 19.** Diagrama de despliegue del agente tutor.

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

En el contexto de la investigación, el diagrama de componentes es una herramienta valiosa para visualizar las relaciones entre los distintos elementos del sistema que están involucrados en la implementación y operación del agente tutor. Este diagrama proporcionará una vista estática del diseño del sistema, tanto a nivel lógico como físico, lo que ayudaría a comprender la estructura modular del sistema y las interacciones entre sus componentes.

En el marco de UML, los componentes se definen como unidades modulares del sistema que funcionan de manera independiente y pueden ser reemplazados por componentes equivalentes. Cada componente es autocontenido, lo que significa que encapsula estructuras de cualquier grado de complejidad y se comunica con otros componentes a través de interfaces. Estas interfaces permiten que los componentes se conecten entre sí y utilicen las funciones y servicios proporcionados por otros componentes. Además, las interfaces documentadas en los diagramas de componentes ayudarían a comprender las relaciones y

dependencias en la arquitectura del software del sistema, lo que facilitará la comprensión de cómo interactúan los distintos elementos del sistema del agente tutor, tal como se muestra en la figura 20.

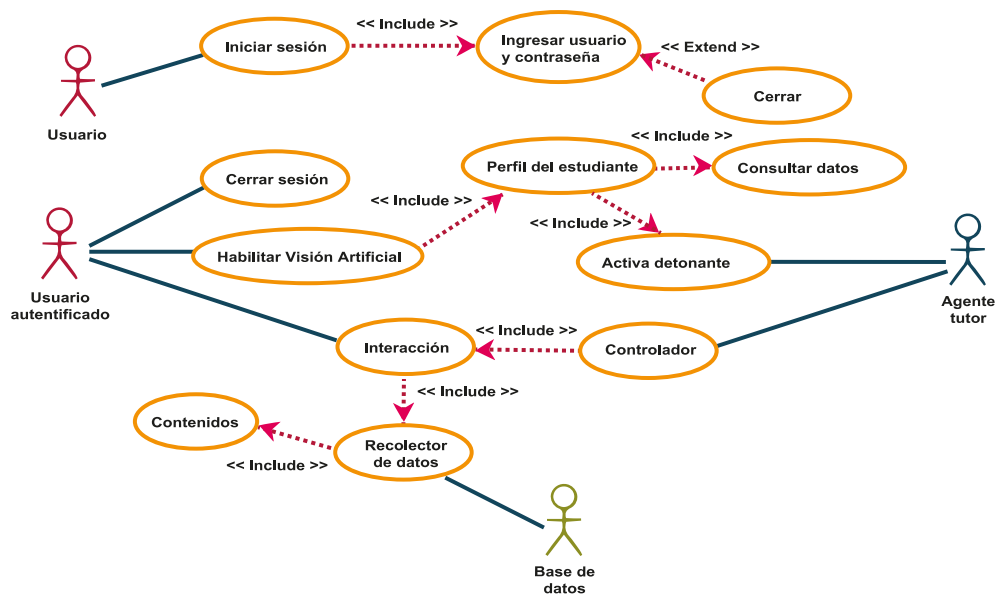


**Figura 20.** Diagrama de componentes del agente tutor.

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

El diagrama de casos de uso es la herramienta esencial para identificar y representar las diferentes acciones y funciones que pueden llevar a cabo los usuarios (actores) dentro de la plataforma educativa que incorpora el Agente Tutor. Cada caso de uso representa una tarea o actividad específica que un usuario puede realizar con el sistema, como acceder a materiales educativos, recibir retroalimentación del tutor virtual.

Estos casos de uso estarían interconectados mediante relaciones que muestran cómo los usuarios interactúan con el sistema para lograr sus objetivos educativos. Además, los diagramas de casos de uso incluyen relaciones de inclusión o extensión para mostrar cómo ciertas acciones o funciones están relacionadas entre sí o cómo pueden ampliarse con funcionalidades adicionales como se muestra en la figura 21.



**Figura 21.** Diagrama de casos de uso del agente tutor.

**Fuente:** Elaboración propia (2023)

Los diagramas de secuencia se utilizan como una herramienta de modelado para ilustrar cómo los distintos componentes del sistema interactúan entre sí y en qué secuencia lo hacen. Estos diagramas son cruciales tanto para los desarrolladores de software como para los profesionales del ámbito educativo, ya que les permiten comprender los requisitos del sistema y documentar los procesos de interacción entre el tutor virtual y los estudiantes.

Existen dos tipos principales de diagramas de secuencia: los diagramas UML y aquellos que se derivan directamente del código de programación. En esta investigación, nos centraremos en los primeros, ya que proporcionan una representación visual clara de cómo se comunican los distintos objetos dentro del sistema del Agente tutor.

En un diagrama de secuencia UML (ver figura 22), los objetos son representados por cajas, y las interacciones entre ellos se muestran mediante flechas que indican la secuencia de mensajes intercambiados. Estos mensajes pueden incluir llamadas a métodos, envío de señales y otros tipos de interacciones.

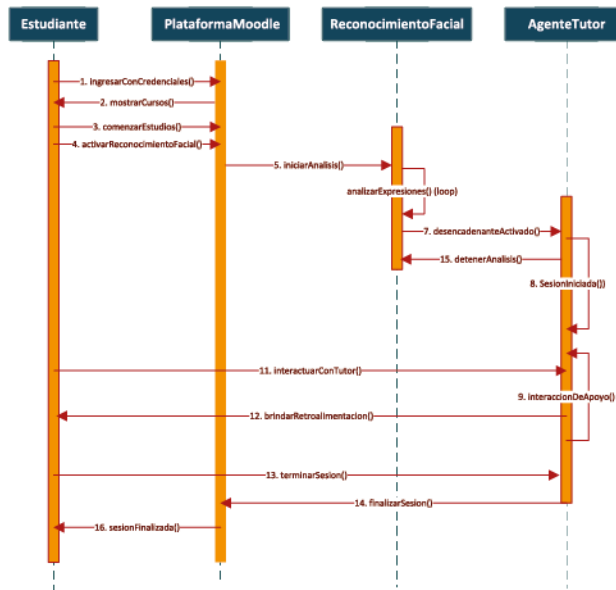


Figura 22. Diagrama de secuencia del agente tutor.

Fuente: Elaboración propia (2023)

Los diagramas de secuencia son una herramienta invaluable para visualizar y comprender el flujo de control y la comunicación entre los distintos componentes del sistema del Agente tutor. Esto facilita la identificación y clarificación de los requisitos del sistema y el comportamiento esperado durante el desarrollo de software.

### 3.2.2 Desarrollo de software

Al aplicar una metodología para el desarrollo de software como una práctica correcta, es posible que, accidentalmente, se pase mucho tiempo aplicando sus reglas rigurosamente, en lugar de avanzar directamente a la programación del proyecto después del análisis y diseño inicial. Sin embargo, a medida que se desarrollan diferentes proyectos, se adquiere la capacidad de definir el número de líneas de código necesarias para programar. Esto se basa en el diseño conceptual y en el código desarrollado, y se establece un enfoque para determinar cuántas líneas de código pueden servir como base.

Es importante realizar una depuración de las líneas de código para identificar aquellas que pueden reutilizarse, modificarse o eliminarse con el fin de optimizar el código base utilizado. Toda esta información se registra para permitir una

planificación más precisa del tamaño y el tiempo en relación con el desarrollo del software, esto es lo que veremos en este apartado de la investigación.

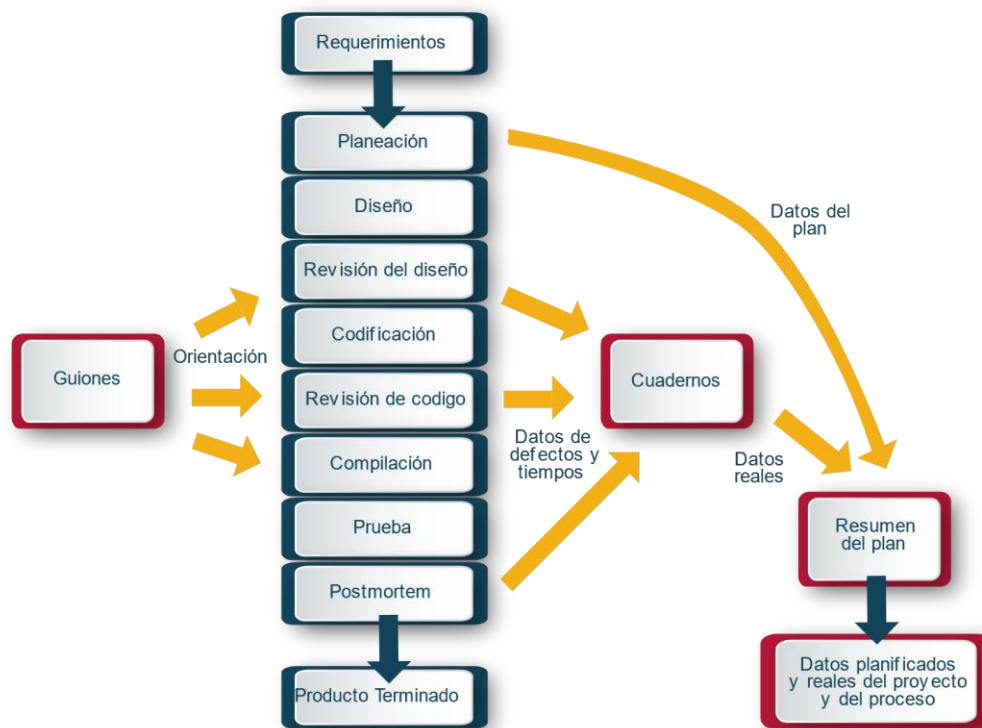
La propuesta para el desarrollo de este estudio es la metodología *Personal Software Process* (PSP). Empleándola correctamente permite llevar un trabajo organizado, enseñando a planificarlo, definirlo, estimarlo y orientarlo. Fue propuesta por Watts Humphrey en 1995. El marco que propone contiene formas, lineamientos y procedimientos para el comportamiento del software.

Esta metodología va dirigida principalmente a estudiantes que desarrollan software, presentando propuestas de alta calidad. Afirma el autor, que a medida que cambian los tiempos, también debe hacerlo la manera en cómo se construye, es decir, a través de un pensamiento alternativo y de desarrollo personal, PSP es un método de desarrollo personal que se centra en las prácticas de trabajo de los programadores individuales (Humphrey, 2005), en base a los siguientes principios:

- Cada programador es diferente, para ser más eficiente, debe planificar su trabajo basándose en su experiencia personal.
- Usar procesos definidos y cuantificados.
- Los ingenieros deben asumir la responsabilidad personal de la calidad de sus productos.
- Cuanto antes se detecten y corrijan los errores menos esfuerzo será necesario.
- Es efectivo evitar los defectos que detectarlos y corregirlos.
- Trabajar bien es siempre la forma más rápida y económica.

La labor de un desarrollador debe ser de alta calidad, por lo que la disciplina que ofrece PSP proporciona un cuadro estructurado para desenvolver las habilidades y técnicas personales que se necesitan para ejercer esta profesión. La pregunta no es si necesita habilidades personales, sino, cuánto tiempo le tomará desarrollarlas y cómo las aplicará a los problemas que se presenten. Es decir, mejorar la calidad del trabajo, al analizar con detenimiento los objetivos y de ser necesario, cambiar los planes para ajustarse a la propuesta que demande el proyecto.

PSP está diseñado para usarse con cualquier lenguaje de programación o metodología de diseño y se puede emplear para la mayoría de los aspectos del trabajo de software, incluida la redacción de requisitos, la ejecución de pruebas, la definición de procesos y la reparación de defectos (ver figura 23). Cuando los desarrolladores emplean esta tecnología, el objetivo del proceso recomendado es producir un producto sin defectos a tiempo y dentro del presupuesto.



**Figura 23.** Diagrama de metodología PSP.

**Fuente:** (León-Nájera, 2021)

Según el perfil de requisitos, el primer paso en el proceso de la PSP es la planificación. Hay un guion de planificación que lo guía a través de este trabajo y una descripción general de planificación que registra sus datos de planificación. A medida que el desarrollador completa el trabajo de acuerdo con el guion, los datos de tiempo y error se registran en su formato. Al final del trabajo, la fase post mórtem resume los datos de tiempo y error de los registros, mide la cobertura del programa

e ingresa estos datos en el formulario de resumen de planificación. Al finalizar, se le proporcionará un producto terminado y un formulario de resumen de planificación completo. En la figura 24 se muestra una copia del resumen del plan PSP.

Student	_____	Date	_____
Program	_____	Program #	_____
Instructor	_____	Language	_____

<b>Summary</b>	<b>Plan</b>	<b>Actual</b>	<b>To Date</b>
<i>LOC/Hour</i>	_____	_____	_____
<b>Program Size (LOC):</b>	<b>Plan</b>	<b>Actual</b>	<b>To Date</b>
Base(B)	_____	_____	_____
	(Measured)	(Measured)	
Deleted (D)	_____	_____	
	(Estimated)	(Counted)	
Modified (M)	_____	_____	
	(Estimated)	(Counted)	
Added (A)	_____	_____	
	(N - M)	(T - B + D - R)	
Reused (R)	_____	_____	_____
	(Estimated)	(Counted)	
Total New & Changed (N)	_____	_____	_____
	(Estimated)	(A + M)	
Total LOC (T)	_____	_____	_____
	(N + B - M - D + R)	(Measured)	
Total New Reused	_____	_____	_____
Total Object LOC (E)	_____	_____	_____

<b>Time in Phase (min.)</b>	<b>Plan</b>	<b>Actual</b>	<b>To Date</b>	<b>To Date %</b>
Planning	_____	_____	_____	_____
Design	_____	_____	_____	_____
Code	_____	_____	_____	_____
Compile	_____	_____	_____	_____
Test	_____	_____	_____	_____
Postmortem	_____	_____	_____	_____
Total	_____	_____	_____	_____

<b>Defects Injected</b>	<b>Actual</b>	<b>To Date</b>	<b>To Date %</b>
Planning	_____	_____	_____
Design	_____	_____	_____
Code	_____	_____	_____
Compile	_____	_____	_____
Test	_____	_____	_____
Total Development	_____	_____	_____

<b>Defects Removed</b>	<b>Actual</b>	<b>To Date</b>	<b>To Date %</b>
Planning	_____	_____	_____
Design	_____	_____	_____
Code	_____	_____	_____
Compile	_____	_____	_____
Test	_____	_____	_____
Total Development	_____	_____	_____
After Development	_____	_____	_____

**Figura 24.** Resumen del plan del proyecto.

**Fuente:** (Humphrey W. S., 2018)

Debido a que el proceso de la PSP involucra un conjunto de métodos que los desarrolladores normalmente no practican, el método de la PSP se presenta en una serie de siete versiones de proceso.

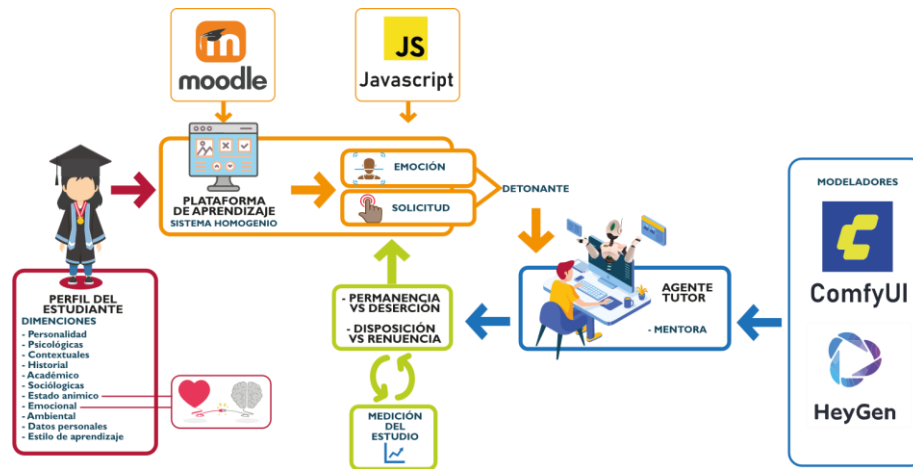
Estas versiones se denominan PSP0 a PSP3, y cada versión tiene un conjunto similar de registros, formularios, guiones y reglas. Los scripts de proceso definen los pasos para cada parte del proceso, los conjuntos de datos y los formularios brindan plantillas para registrar y almacenar datos, y los estándares guían a los desarrolladores a través de su trabajo.

### 3.3 Construcción

En el siguiente apartado, se detalla la concepción de la propuesta para el desarrollo del agente tutor. Es aquí que se desenvuelve el tercer objetivo específico, el de desarrollar un modelo de agente tutor que permita adaptándose a las preferencias y necesidades individuales de los estudiantes, mediante la configuración de parámetros y la integración de algoritmos de aprendizaje automático.

Para lograr esta validación, es crucial considerar el perfil del estudiante, como se ha discutido previamente. Para garantizar la adaptabilidad de la plataforma de aprendizaje, es necesario interactuar y medir variables clave, como la permanencia y la disposición del estudiante. Esto implica observar cómo el agente tutor interactúa con el alumno, utilizando técnicas de reconocimiento facial para identificar sus emociones y brindarle la ayuda necesaria.

Para proporcionar una representación visual de cómo se concibe esta solución, se ha desarrollado un diagrama que integra estos elementos (ver figura 25). Cada componente del diagrama representa un aspecto crucial de la propuesta de desarrollo, permitiendo una comprensión más clara y detallada de la solución planteada.



**Figura 25.** Propuesta de modelo de agente tutor

**Fuente:** Desarrollo personal (2023)

La propuesta se divide en varias secciones, cada una de las cuales presenta su propia complejidad y relevancia. La primera de estas, se centra en el perfil del estudiante desde la perspectiva de su estado anímico, lo cual tendrá un impacto directo en su experiencia dentro de la plataforma de estudios. La finalidad es identificar las emociones que experimentará el estudiante mientras participa en sus actividades dentro de su sesión, esto se realizará utilizando el análisis de expresiones faciales. El cuál es fundamental para comprender y abordar adecuadamente cuál de estas emociones será el desencadenante del agente tutor.

Es esencial considerar cómo el estado emocional del estudiante puede influir en su compromiso, motivación y rendimiento académico. Al entender mejor sus emociones, podemos adaptar de manera más efectiva las intervenciones del agente tutor para brindar un apoyo personalizado y oportuno. Por lo tanto, esta sección desempeña un papel crucial en el diseño y la implementación exitosa del proyecto en su conjunto.

Además, se contempla el desarrollo de la propia plataforma de aprendizaje que será simulada para el proyecto. Esta plataforma debe ofrecer un curso básico pero funcional que permita probar el desempeño del agente tutor. Aquí es donde se integrará el código desarrollado, que trabajará en conjunto con TensorFlow para la detección de emociones. La plataforma de aprendizaje no solo servirá como entorno

de prueba, sino que también será el espacio donde se analizará qué emociones serán las más relevantes como desencadenantes para la intervención del agente tutor.

La creación del agente tutor es un paso crucial en el desarrollo de la plataforma de aprendizaje, ya que será la interfaz principal con la que los estudiantes interactuarán durante su experiencia educativa. Con la intención de ofrecer una experiencia amigable y acogedora, se ha decidido que el agente tutor tenga una apariencia femenina y una edad aproximada de entre 30 y 35 años.

Para lograr esto, se utilizará tecnología de inteligencia artificial generativa de última generación, que permite crear imágenes realistas y convincentes. Es importante destacar que el agente tutor no será una persona real ni estará basada en un individuo real, sino que será completamente generado por computadora.

Esta decisión se ha tomado con la intención de garantizar la coherencia y consistencia en la experiencia del usuario, así como para preservar la privacidad y la ética en el uso de la inteligencia artificial. La agente tutora será diseñada para ser una figura amigable y accesible que pueda proporcionar orientación, apoyo y retroalimentación a los estudiantes de manera efectiva y profesional.

Cuando la agente tutora interactúe directamente con el alumno, lo hará en situaciones reales de apoyo donde su intervención sea crucial en su andar del aprendizaje. Es decir, estas interacciones permitirán que la agente tutora proporcione sugerencias y orientación adaptadas a las necesidades específicas del alumno en su sesión e interfaz, con el objetivo de mejorar su experiencia de aprendizaje y facilitar su progreso en la plataforma.

En otras palabras, las propuestas y recomendaciones ofrecidas por la agente tutora estarán diseñadas para mejorar la interfaz de usuario del alumno y brindarle el apoyo necesario para avanzar en su camino educativo. Esto implica adaptar el contenido del curso, proporcionar recursos adicionales y resolver cualquier duda o problema que pueda surgir durante la sesión de aprendizaje.

A medida que estas interacciones continúen, la agente tutora facilitará el monitoreo de diversas variables que pueden afectar la participación y el compromiso del alumno. Estas variables incluyen la tasa de permanencia frente a la deserción, así como la disposición del alumno para participar activamente frente a la renuencia a no hacerlo. El análisis de estas variables proporcionará información valiosa sobre la efectividad de la agente tutora, lo cual permitirá realizar ajustes y mejoras continuas para optimizar la experiencia del alumno en la plataforma de aprendizaje.

Es elemental comprender cómo estas diferentes secciones interactúan entre sí y contribuyen al éxito del proyecto en su conjunto. Cada elemento, desde el análisis del estado emocional del estudiante hasta la implementación del agente tutor en la plataforma de aprendizaje, juega un papel crucial en el diseño y la efectividad de la solución propuesta.

### **3.3.1 Algoritmo**

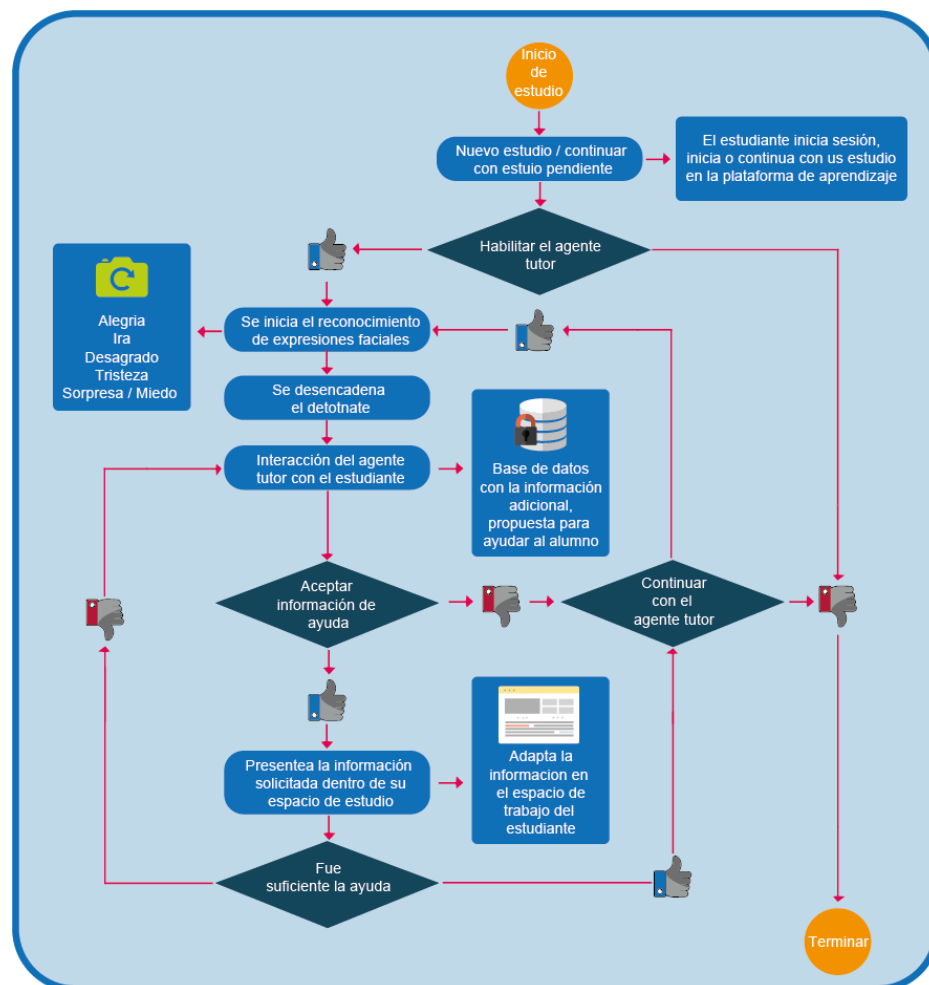
La agente tutora, una herramienta prototipo para el ámbito de la educación en línea, se ha diseñado para brindar apoyo personalizado y orientación a los estudiantes durante su experiencia de aprendizaje. La propuesta de funcionamiento se basa en un algoritmo que guía las interacciones con los alumnos de manera efectiva y eficiente. Este algoritmo, representado visualmente mediante un diagrama de flujo, establece un conjunto de pasos claros y ordenados que la agente tutora sigue para abordar las necesidades individuales de cada estudiante.

El diagrama de flujo del algoritmo de la agente tutora se inicia cuando el alumno autoriza y activa la interacción dentro de la plataforma de aprendizaje, lo que implica el análisis de expresiones faciales mediante Tensor Flow. Una vez que esta interacción se ha establecido, se procede a analizar el estado emocional del estudiante a través de sus expresiones faciales, que actúan como indicadores de su comportamiento.

Este análisis permite identificar la expresión emocional que actuará como desencadenante para la agente tutora. Una vez determinada esta emoción, la agente tutora entra en acción, su participación es ofrecer sugerencias y

recomendaciones personalizadas para mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiante. Estas sugerencias pueden incluir recursos adicionales, estrategias de estudio específicas o apoyo emocional, según lo que se determine como más adecuado para cada situación.

El diagrama de flujo del algoritmo (ver figura 26) asegura una secuencia lógica y efectiva de acciones, desde la detección inicial de la interacción del alumno hasta la intervención oportuna y adaptativa de la agente tutora en función del estado emocional del estudiante. Esta estructura garantiza una experiencia de aprendizaje personalizada y receptiva, diseñada para maximizar el impacto positivo en el progreso académico del estudiante.



**Figura 26.** Diagrama general del Agente tutor.

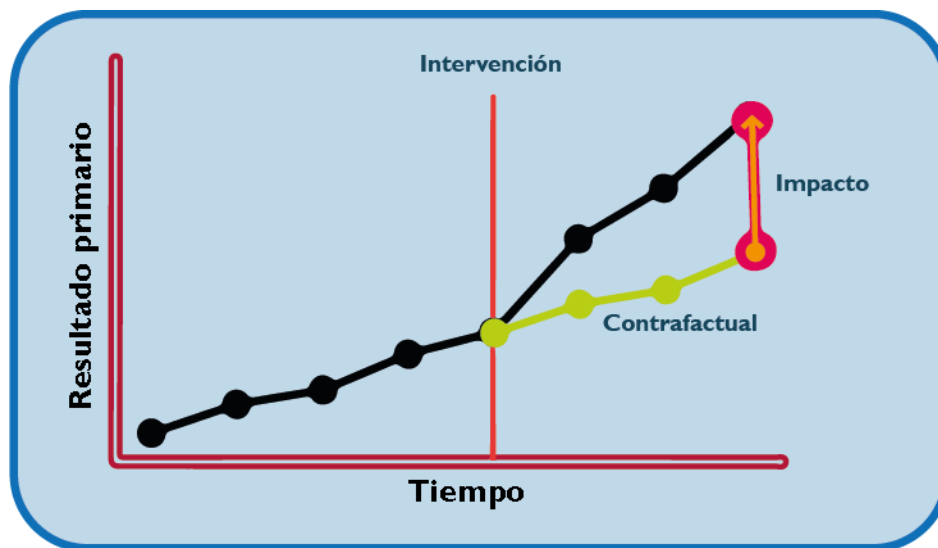
**Fuente:** Desarrollo personal (2023)

El algoritmo propuesto desempeña un papel fundamental en la mejora de la experiencia de interacción de los estudiantes en las plataformas de aprendizaje en línea. Para garantizar su máxima eficacia, es crucial que funcione en armonía con otros factores que influyen en este proceso educativo. Además de la acción del algoritmo, diversos elementos, como la calidad del contenido educativo, la accesibilidad de la plataforma y la infraestructura tecnológica son igualmente importantes. Un diseño intuitivo y amigable de la plataforma, así como una variedad de recursos y herramientas de apoyo, también contribuyen significativamente a mejorar la experiencia de aprendizaje.

La efectividad depende en gran medida del funcionamiento armonioso y coordinado de todos los elementos que componen el ecosistema educativo digital. Solo a través de una combinación sinérgica de factores tecnológicos, pedagógicos y sociales, se puede garantizar una experiencia de aprendizaje óptima y enriquecedora para todos los estudiantes.

### **3.4 Validación**

El objetivo de cada evaluación de impacto es demostrar un efecto causal. Lo que hubiera pasado sin el objeto de la evaluación se llama el contra factual (figura 27). Entender el contra factual es clave para entender el impacto de un programa. A la estimación del contra factual se representa con un grupo que se denomina el grupo de control o de comparación. El grupo de control consiste en personas o empresas que no participaron en el programa, mientras que el grupo de tratamiento es el grupo que participó en el programa. Una evaluación sesgada puede resultar en malas decisiones, y genera pérdidas de esfuerzo, tiempo y fondos públicos (Pomeraz, 2011).



**Figura 27.** Contra factual.

**Fuente:** Métodos de evaluación (Pomeraz, 2011).

### 3.4.1 Diferencia simple

El método de diferencia simple es uno de los más comunes (figura 28). La metodología es simple: comparar el grupo que recibió el programa con otro grupo que no lo recibió. Sin embargo, para ser una buena representación del contra factual el grupo de control debería representar lo que hubiera pasado con el grupo de tratamiento sin el programa.

**Tabla 12.** Elementos de diferencia simple

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
Descripción	Mide las diferencias después del programa entre aquellos que participaron en el programa y aquellos que no participaron.
Representación del contra factual	El grupo de comparación corresponde a los individuos que no participaron en el programa (por alguna razón), y para los cuales tenemos datos después del programa.



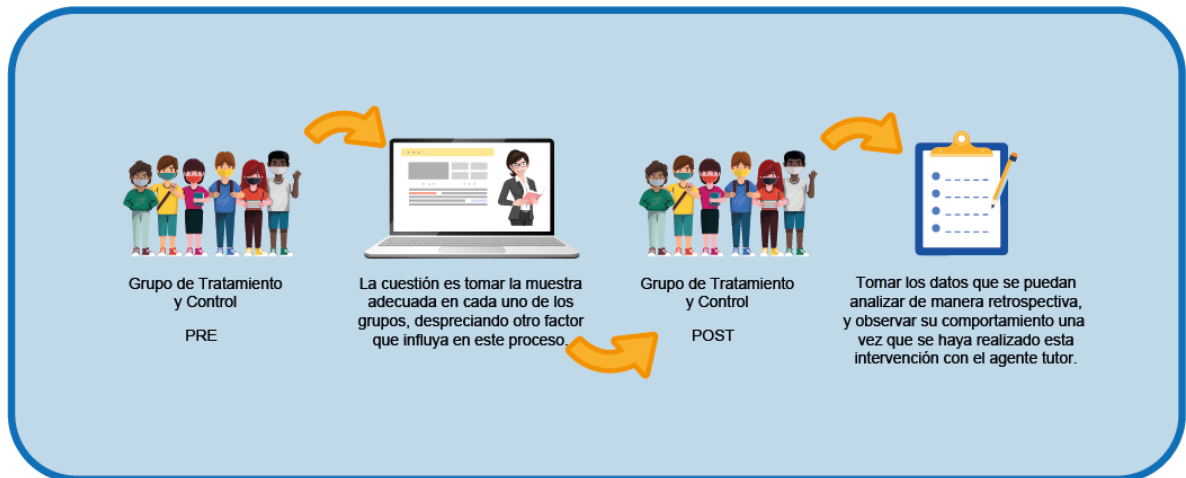
del grupo. En este caso, se mide el impacto como la diferencia entre la situación anterior y la situación posterior a una intervención. El análisis pre-post es una manera muy común de evaluar programas. En ocasiones este tipo de análisis retrospectivo parece conveniente si los datos de la situación anterior al programa existen.

Una evaluación pre-post permite tomar en cuenta el nivel escolar original de los estudiantes. Pero ¿el grupo de personas antes del comienzo del programa es una buena representación del contra factual? Es decir, ¿es correcto suponer que, sin el programa, durante este periodo no se hubiera dado ningún cambio en los resultados del grupo tratado?

**Tabla 13.** Elementos de pre - post

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
Descripción	Mide el cambio en los resultados de los participantes de un programa en el tiempo. Es la diferencia entre la situación anterior y posterior a un tratamiento.
Representación del contra factual	El grupo de comparación consiste en los mismos participantes del programa antes de su inicio.
Supuestos claves	El programa es el único factor que influyó en el cambio del resultado. Sin el programa el resultado se hubiera mantenido igual
Ventajas	Muchas veces ya existen datos administrativos que se pueden analizar retrospectivamente. No requiere datos de personas que no participaron al programa.
Desventajas	Muchos factores cambian con el tiempo y pueden afectar el resultado, lo que va en contra del supuesto clave. En particular, la comparación pre-post no controla por el efecto de la tendencia secular o de choques, ajeno al programa, que afectan el resultado

**Fuente:** adaptación personal (Pomeraz, 2011)



**Figura 29.** Pre - post.

**Fuente:** Adaptación personal (Pomeraz, 2011).

Con estas propuestas de validación de la información, se busca comprobar la eficacia del modelo del agente tutor. Cada propuesta cuenta con métodos y técnicas específicas para su implementación. En esta etapa, se ha contemplado la aplicación del método pre-post, el cual consiste en realizar una medición inicial antes de la prueba y otra posterior, una vez que los participantes han interactuado con el modelo del agente tutor. Este proceso permitirá evaluar de manera precisa la efectividad del modelo desarrollado.

#### **4. DISEÑO Y DESARROLLO**

Tanto el diseño, como el desarrollo de software juegan un papel crucial en la materialización de esta propuesta innovadora. Ya que son elementos fundamentales para la creación de un sistema inteligente y adaptativo que pueda interactuar de manera efectiva con los estudiantes, ofreciendo un apoyo personalizado y optimizando su experiencia de aprendizaje en entornos en línea.

En esta sección, se muestra el cuarto objetivo específico el cual consta en construir y poner en funcionamiento el agente tutor diseñado, asegurando su compatibilidad y adecuada integración con la infraestructura de la plataforma de aprendizaje seleccionada, mediante pruebas rigurosas y ajustes iterativos.

En seguimiento a lo expuesto anteriormente, se presenta el diseño de software, entendido como el proceso de creación de una estructura conceptual que define el funcionamiento del sistema. Este proceso se enfoca en elementos clave, como la arquitectura, la interacción entre componentes y la experiencia del usuario. Aunque se retomarán conceptos previamente discutidos, estos serán abordados desde una perspectiva práctica y aplicada. Asimismo, se introducirán nuevas ideas y consideraciones que contribuyan a optimizar la eficiencia, la escalabilidad y el desempeño general del sistema.

Por otro lado, el desarrollo de software corresponde a la fase de implementación práctica del diseño previamente establecido. En esta etapa, los conceptos teóricos se traducen en código ejecutable, utilizando los lenguajes de programación y las herramientas técnicas mencionadas con anterioridad. Este proceso garantiza que la solución propuesta no solo sea funcional, sino también eficiente y coherente con los objetivos planteados en el diseño.

Todo este proceso abarca desde la escritura de algoritmos la cual ya se ha presentado, hasta la creación de interfaces de usuario intuitivas que se presentarán más adelante, conjuntamente con la integración de funcionalidades clave. En el contexto de la agente tutora.

Este recorrido comenzara haciendo referencia al diagrama general del agente tutor visto previamente en la sección de construcción de la metodología. Se desglosará cada elemento comenzando por el perfil del estudiante, en el cual se examinan dos aspectos específicos del perfil del estudiante, de los cuales se destacan el estado anímico y emocional entre los once considerados. Estos aspectos han sido previamente abordados, enfatizando su relevancia en el contexto de la investigación. La atención particular a estas dimensiones del perfil estudiantil surge de su influencia significativa en el proceso de aprendizaje y en la efectividad de la intervención del agente tutor.

#### **4.1 Perfil del estudiante**

El estado anímico del estudiante, reflejado en su nivel de motivación, interés y bienestar emocional, puede influir directamente en su disposición y capacidad para participar activamente en el proceso educativo. Por lo que es importante comprender cómo los estados de ánimo y los estados mentales del estudiante pueden influir en su experiencia de aprendizaje.

Los estados de ánimo se refieren a las emociones que experimentamos, mientras que los estados mentales comprenden los pensamientos e ideas que acompañan esos estados de ánimo. Ambos aspectos están interrelacionados, ya que nuestros pensamientos pueden influir en nuestro estado de ánimo y viceversa (Gavin, 2023).

Un ejemplo de ello sería un estudiante que experimenta un estado de ánimo negativo puede tener pensamientos autocríticos o de desmotivación que afecten su disposición para participar activamente en el aprendizaje. Por lo tanto, al considerar el diseño y la implementación del agente tutor, es fundamental tener en cuenta tanto los estados de ánimo y las emociones del estudiante (ver figura 30), con el fin de proporcionar un apoyo efectivo que proporcione ayuda e incentivar los pensamientos asociados al proceso de aprendizaje.



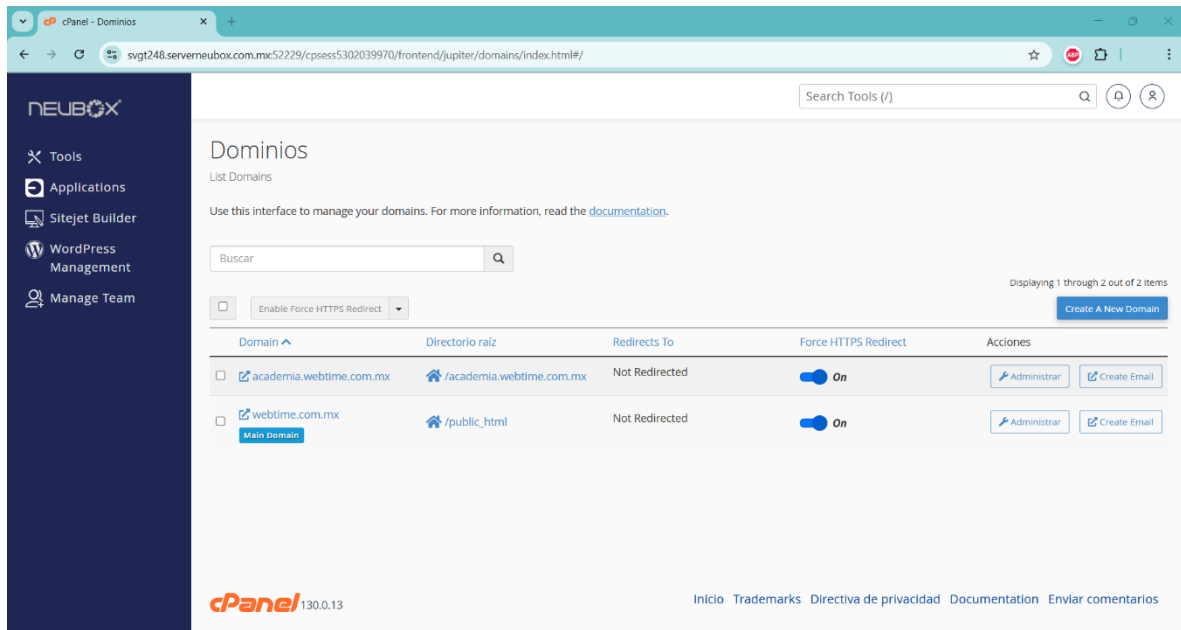
**Figura 30.** Estado de ánimo refleja una emoción.

**Fuente:** Desarrollo personal (2023)

En el contexto de la investigación, se da un énfasis particular en el estado anímico del estudiante, el cual está directamente relacionado con sus emociones y se refleja en sus expresiones faciales. Este enfoque busca comprender cómo el estado emocional del alumno influye en su experiencia de aprendizaje y cómo puede ser detectado y abordado eficazmente a través del uso de la tecnología y el reconocimiento facial por parte del agente tutor.

## 4.2 Plataforma de aprendizaje

Para el desarrollo de la plataforma de aprendizaje, se contempla la creación de un subdominio en Internet donde se llevará a cabo la instalación de Moodle (ver figura 31). Este subdominio funcionará como un entorno controlado y seguro, diseñado para simular las condiciones de una plataforma de aprendizaje real. Su objetivo principal es servir como espacio de prueba y evaluación, permitiendo experimentar con diferentes configuraciones antes de su implementación en un entorno productivo.



**Figura 31.** Subdominio de la plataforma educativa

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Dentro de este subdominio se implementará un curso piloto, enfocado en un tema específico, el cual se propone como base para evaluar la interacción entre los usuarios y el agente tutor virtual. Este curso será diseñado para ofrecer una experiencia educativa integral y enriquecedora, incorporando recursos, actividades y evaluaciones que simulen un entorno académico real.

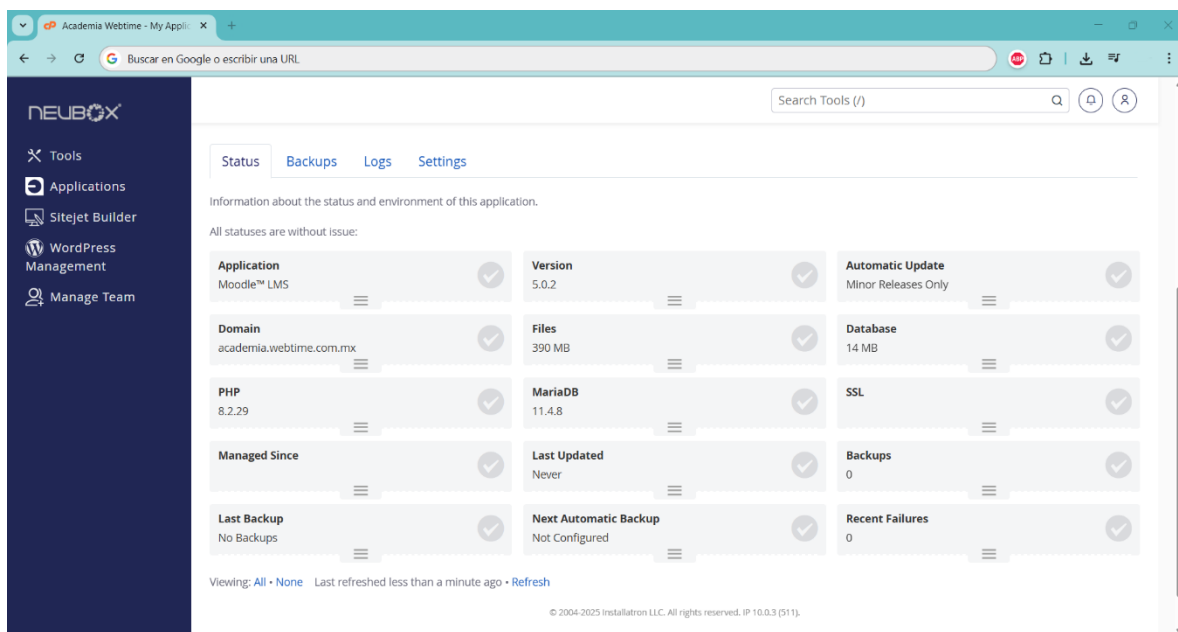
Es importante destacar que esta plataforma se concibe únicamente como un entorno de simulación, por lo que no constituye una plataforma profesional plenamente desarrollada. Esto significa que no sigue una metodología pedagógica formal, ni cuenta con objetos de aprendizaje validados o autenticados. Su propósito principal es ser una herramienta funcional que permita integrar el agente tutor, poner a prueba su desempeño y evaluar su comportamiento en condiciones controladas antes de una implementación a mayor escala.

De esta manera, será posible medir y analizar la funcionalidad del sistema, así como la efectividad del agente tutor en la facilitación del aprendizaje. Además, este enfoque permitirá identificar posibles áreas de mejora en aspectos como la usabilidad, la personalización de la experiencia y la integración técnica entre Moodle

y el agente tutor, garantizando así una implementación más robusta y eficiente en etapas posteriores del proyecto.

El primer paso en el proceso de implementación consiste en la instalación de Moodle dentro del subdominio previamente reservado para este proyecto. Para asegurar la estabilidad y compatibilidad del sistema, se seleccionó la versión recomendada de Moodle, es decir, aquella que ya ha sido validada por la comunidad y que ha superado su fase de pruebas.

En este caso, se optó por la versión 5 de Moodle, la cual es plenamente compatible con PHP 8.2 y cumple con los requerimientos técnicos necesarios para garantizar un funcionamiento adecuado. El resto de las especificaciones técnicas se presentan en la figura 32, donde se muestra el cuadro de información generado una vez que la instalación se ha completado correctamente.



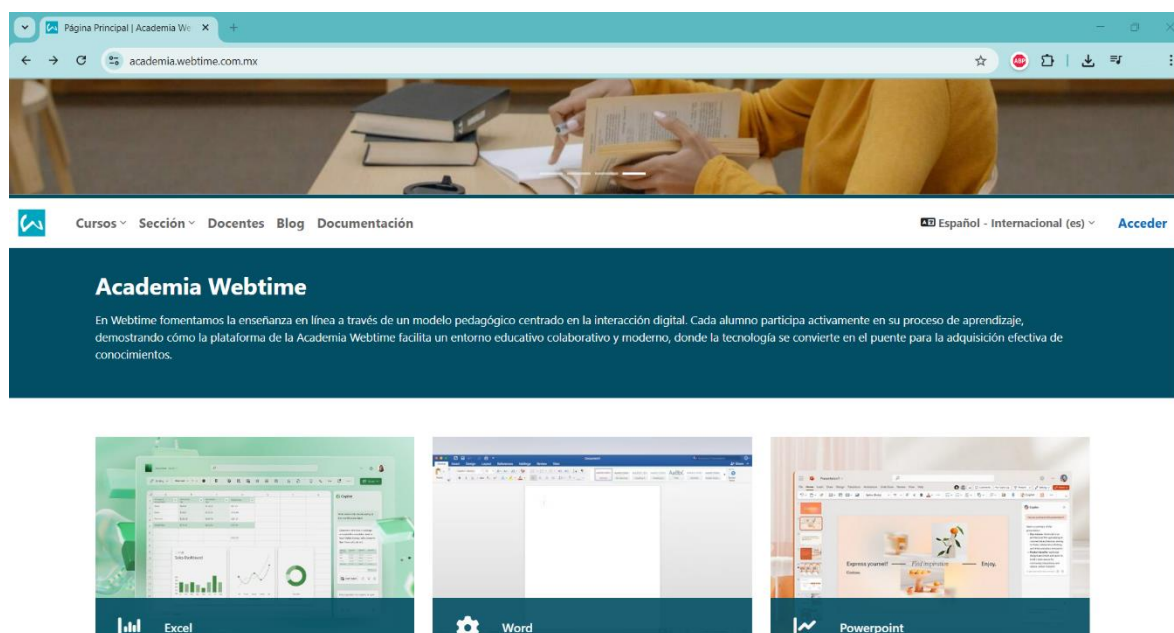
**Figura 32.** Parámetros de configuración de la plataforma educativa

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Esta información es fundamental, ya que confirma que el entorno se ha configurado de forma adecuada y que todos los componentes, incluyendo la base de datos, el servidor web y las extensiones requeridas, están correctamente integrados,

asegurando así una base sólida para la implementación y pruebas del agente tutor virtual.

Con el objetivo de que la instalación de Moodle presentara un aspecto más profesional y atractivo, se optó por implementar uno de los temas disponibles en el sitio oficial de Moodle. El tema seleccionado lleva por nombre “*Almondb*”, el cual fue elegido por su flexibilidad, diseño moderno y facilidad de personalización. Este tema ha sido desarrollado sobre la base de *Boost*, el tema principal de Moodle, lo que garantiza compatibilidad y estabilidad con la plataforma. *Almondb* se distingue por ser rápido, sencillo de configurar y por ofrecer numerosas opciones de personalización, lo que permite adaptar la apariencia del sitio a las necesidades del proyecto como se ilustra en la figura 33.



**Figura 33.** Tema *Almondb* aplicado a moodle

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Compuesto por cientos de elementos, bloques prediseñados y páginas completamente codificadas, este tema facilita la creación de una interfaz visualmente atractiva y funcional. Gracias a estas características, la implementación de *Almondb* mejora considerablemente la presentación y usabilidad de Moodle,

proporcionando una experiencia más intuitiva y profesional tanto para los administradores como para los usuarios finales (Themes, 2025).

Hasta este punto, no se ha procedido a la creación del curso, ya que este será desarrollado y presentado en el siguiente apartado, correspondiente a la fase de implementación. En esta etapa inicial, el trabajo se ha enfocado exclusivamente en la instalación y configuración de Moodle dentro del subdominio previamente establecido en el sitio web, asegurando que la plataforma esté completamente operativa y lista para la integración de los contenidos y herramientas que se emplearán en etapas posteriores.

### 4.3 Agente tutor

Para la creación del agente tutor, en lo que respecta a su representación visual, se optó por un género femenino, con el objetivo de transmitir una mayor sensación de calidez y profesionalismo. Para ello, se exploraron diversas opciones disponibles en el mercado. Actualmente, existe una amplia variedad de plataformas en línea que ofrecen servicios eficientes para la generación de avatares y representaciones visuales. Durante esta investigación, se evaluaron varios de estos servicios, destacando aquellos que mejor se adaptaban a los requerimientos específicos del proyecto. Entre los más sobresalientes se encontraron:

- DALL-E 2: Es un sistema de inteligencia artificial que puede crear imágenes y arte realistas a partir de una descripción en lenguaje natural.
- Leonardo AI: Crea recursos visuales con calidad de producción para proyectos con una calidad, velocidad y coherencia de estilo sin precedentes. Permite la generación de imágenes, la generación de modelos o de Loras.
- Midjourney: Es un laboratorio de investigación independiente que explora nuevos medios de pensamiento y amplía los poderes imaginativos de la especie humana. Son un pequeño equipo autofinanciado enfocado en diseño, infraestructura humana e inteligencia artificial.

- Canva: Existe un generador automático de imágenes dentro de la plataforma, permite tener siempre a mano la imagen perfecta, crea imágenes que visualicen un producto o una idea, esboza un concepto creativo o supera los límites de lo posible.
- CivitAI: Es una plataforma de creación de arte en IA en línea, gratuita y accesible en todo el mundo. Desde cualquier lugar, siempre que se disponga de una conexión a internet, se podrá acceder a los servicios de CivitAI desde su sitio web en civitai.
- ComfyUI Es un software de código abierto fundamental para el ámbito de la IA visual. Es una herramienta para el artista del futuro: un ser humano equipado con IA que puede ser mucho más productivo que antes. Ofrece un conjunto de componentes básicos que permiten a los usuarios crear software que resuelva sus propios problemas, a menudo sin escribir una sola línea de código. Por ello, ComfyUI se utiliza para diversas funciones: crear vídeos, recursos 3D, imágenes, música, exposiciones de arte, impulsar otras aplicaciones como API y mucho más.

Estas herramientas de inteligencia artificial están diseñadas para potenciar la creatividad y facilitar la producción de contenidos visuales y artísticos de manera rápida y accesible. En conjunto, estas plataformas democratizan la creación artística y amplían las capacidades imaginativas de los usuarios a través de sus herramientas versátiles para producir imágenes sin depender de conocimientos avanzados en programación.

Para la creación del agente tutor, ahora desde el enfoque de la creación de un avatar parlante se exploraron diversas opciones disponibles en el mercado. En la actualidad, existe una amplia gama de plataformas en línea que ofrecen servicios eficientes en este campo, las cuales pueden categorizarse en dos tipos principales: aquellas especializadas en generar avatares estáticos o artísticos (como Lensa AI, Artbreeder o Stable Diffusion) y aquellas focalizadas en la generación de avatares dinámicos y parlantes.

Durante esta investigación, se evaluaron varios de estos sitios y se destacaron aquellos que mejor se adaptaban a las necesidades específicas de generar un tutor virtual con capacidad de narración y realismo. De los más sobresalientes fueron: HeyGen, por su excelente sincronización labial y calidad hiperrealista; Stable Diffusion combinado con DreamBooth, para una personalización total del avatar; y ZMO.AI o AvatarAI por su eficiencia en la generación de retratos base de alta calidad en diversos estilos. Los cuales se resumen a continuación de manera resumida:

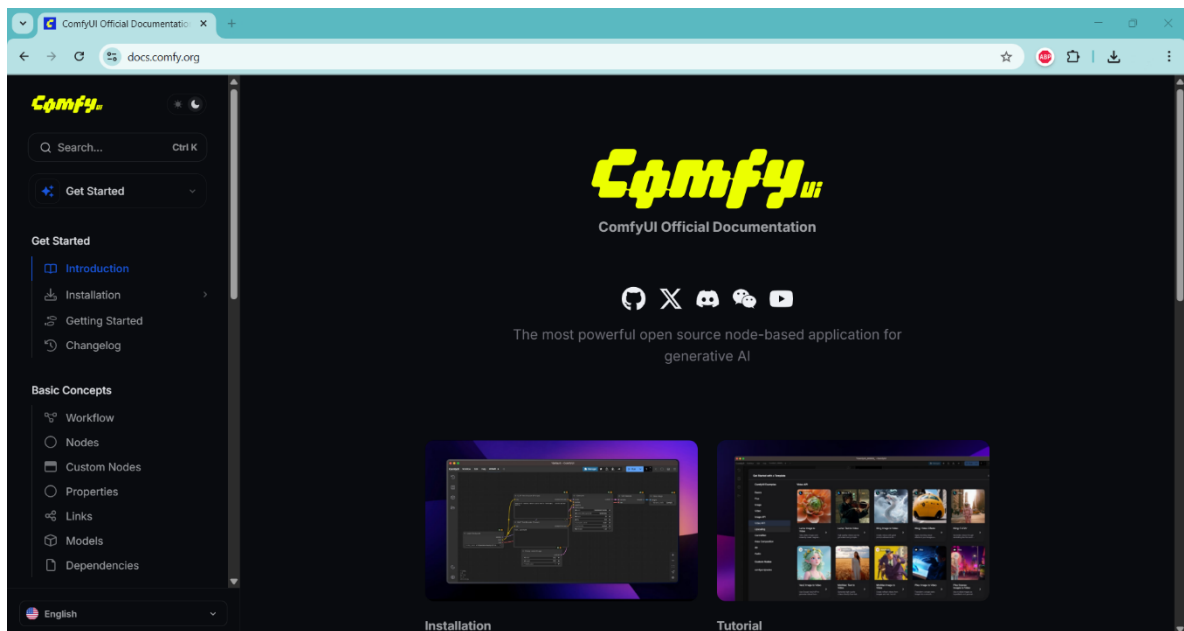
- HeyGen: Plataforma líder para crear avatares parlantes y videos con IA. Permite subir una foto y generar un avatar realista que puede hablar, con sincronización labial perfecta en múltiples idiomas, ideal para presentaciones y marketing.
- AvatarAI: Servicio especializado que genera más de 100 avatares con diferentes estilos artísticos (profesional, fantástico, etc.) a partir de la subida de 10-15 fotos.
- Reface (App): Conocida principalmente por su función de intercambio de caras en GIFs y videos, también tiene una función para crear avatares y stickers animados con tu rostro.
- ToonMe: App y sitio web que convierte instantáneamente tus fotos en avatares de dibujos animados, con una variedad de estilos predefinidos.
- DreamBooth (con Stable Diffusion): Más que una plataforma, es una técnica de entrenamiento que permite personalizar un modelo de IA (como Stable Diffusion) con tus propias fotos para generar avatares en cualquier estilo.
- ZMO.AI: Generador de avatares con IA que ofrece más de 100 estilos diferentes. Solo necesitas subir una foto y la plataforma se encarga del resto.

El propósito fundamental de esta tabla comparativa es servir como una guía de referencia rápida y práctica, que permita identificar y evaluar las distintas herramientas de inteligencia artificial disponibles actualmente para la generación de avatares a partir de imágenes. El objetivo es facilitar la selección de tecnologías avanzadas que permitan crear avatares parlantes e hiperrealistas, como los que

ofrece HeyGen, frente a opciones que generan avatares estáticos con estilos artísticos únicos, como Lensa AI o Artbreeder. De esta manera elegir la herramienta que mejor se ajuste a los requerimientos de la investigación.

### 4.3.1 Modelador ComfyUI

Después de evaluar diversas opciones, se decidió por ComfyUI (ver figura 34) como la herramienta ideal. Este sitio web utiliza inteligencia artificial generativa para crear imágenes de forma automatizada. Además de su capacidad para generar imágenes de manera rápida y precisa, ComfyUI ofrece una amplia variedad de características y funciones adicionales que resultan útiles para el desarrollo del agente tutor.



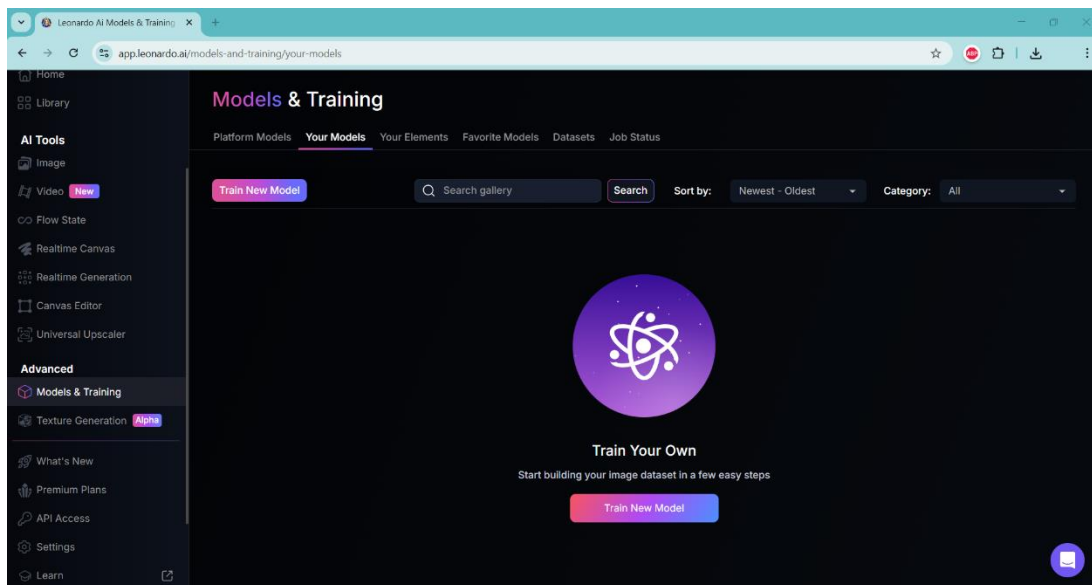
**Figura 34.** Sitio oficial de ComfyUI

**Fuente:** (Comfy, 2025)

Al analizar las diferentes opciones posibles, se aseguró seleccionar los recursos que mejor se alineaban con los objetivos y requisitos para el proyecto del agente tutor. Esto permitió aprovechar al máximo las capacidades de la inteligencia artificial generativa para crear un agente tutor efectivo y visualmente atractivo. Para ello los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

Uso de un modelo base: El contar con un modelo, permite con solo unas pocas descripciones de texto, el poder ayudar a crear rápidamente obras de arte con el estilo que se desee, generando imágenes consistentes convirtiendo las ideas en realidad en poco tiempo.

El modelo se generó mediante la plataforma Leonardo AI. Como se muestra en la figura 35, su interfaz para la creación de modelos base o LoRAs está diseñada para ser intuitiva y accesible. Gracias a esto, cualquier usuario, independientemente de su experiencia, puede desarrollar su propio modelo siguiendo una serie de pasos sencillos.

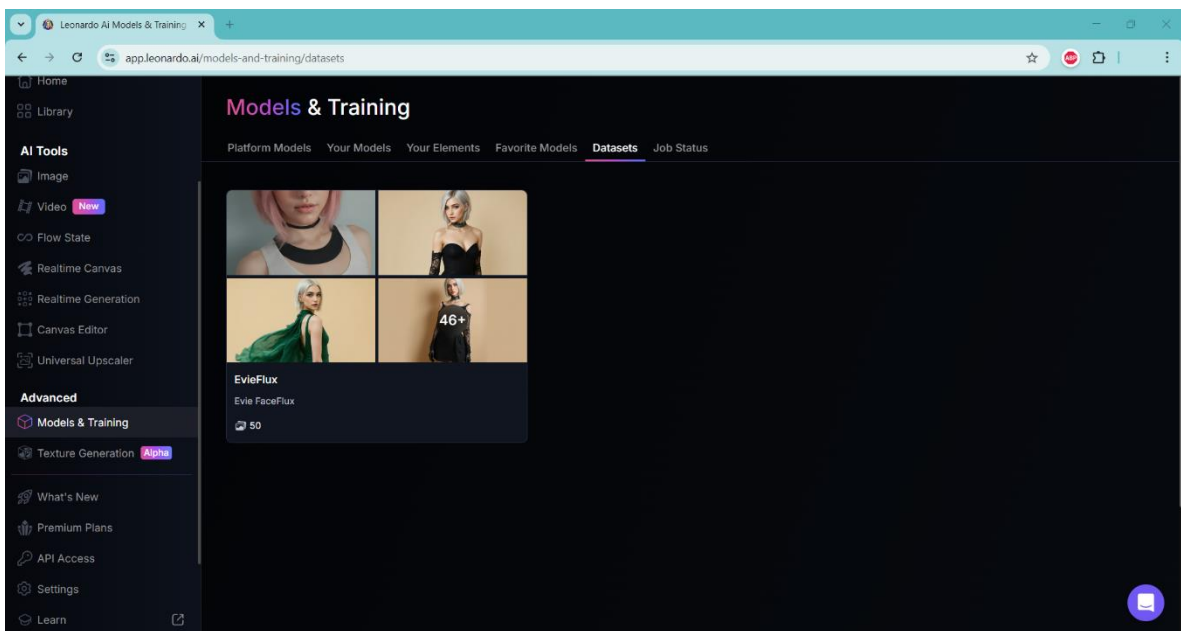


**Figura 35.** Interfaz para generar un modelo Lora

**Fuente:** (LeonardoAI, 2025)

Para la configuración inicial del modelo, fue necesario definir varios parámetros esenciales, comenzando por el nombre del modelo, que se estableció como Evie FaceFlux. La base utilizada para su desarrollo fue el modelo Flux Dev, mientras que, en el apartado de tipo, se seleccionó la técnica de Low-Rank Adaptation (LoRA). Esta metodología permite capturar estilos, características o temas específicos sin requerir el ajuste completo del modelo base, optimizando recursos y tiempo de entrenamiento.

Para la creación de Evie FaceFlux, se emplearon un total de 50 imágenes cuidadosamente seleccionadas, que sirvieron como referencia y base para el entrenamiento inicial, garantizando que el modelo adquiriera los rasgos deseados en su representación visual. Estas imágenes fueron preprocesadas y adaptadas según los estándares de la plataforma, tal como se ilustra en la figura 36. Este proceso inicial sentó las bases para posteriores ajustes iterativos, pruebas y optimizaciones que permitieron mejorar la calidad, coherencia y realismo del modelo final.



**Figura 36.** Configuración inicial de modelo.

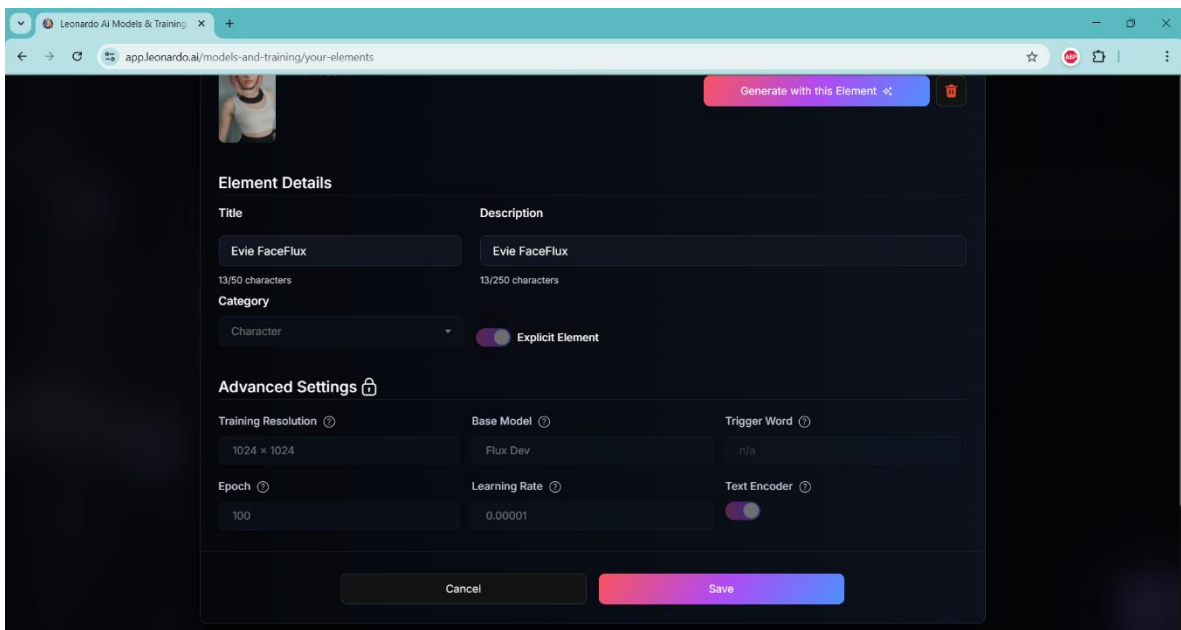
**Fuente:** (LeonardoAI, 2025)

La técnica de entrenamiento mediante matrices de bajo rango se presenta como una alternativa al ajuste fino completo de grandes modelos flux. Este enfoque permite trabajar con archivos significativamente más pequeños y fáciles de gestionar, en comparación con los modelos que han sido completamente ajustados. De esta manera, se optimizan los recursos necesarios para el almacenamiento y la implementación, sin comprometer la calidad del entrenamiento.

Además de la cuidadosa selección de las imágenes, se siguieron de manera meticulosa los pasos recomendados por LeonardoAI (2025) para el proceso de

entrenamiento. Dichos pasos comprendieron la preparación y el preprocesamiento de las imágenes de entrada, la configuración precisa de los parámetros del modelo, la elección de la arquitectura más adecuada y la optimización de los hiperparámetros, tal como se ilustra en la figura 37.

- Title: Evie FaceFlux.
- Description: Evie FaceFluz
- Category: Character.
- Advanced settings:
  - Training resolution: 1024 x 1024.
  - Base model: Flux Dev
- Epoch: 100
- Learning rate: 0.00001



**Figura 37.** Configuración inicial de modelo.

**Fuente:** (LeonardoAI, 2025)

Asimismo, se realizaron pruebas exhaustivas y ajustes iterativos para garantizar la calidad, consistencia y confiabilidad del modelo resultante. Todo el proceso de desarrollo se llevó a cabo con el objetivo de obtener resultados precisos y de alta fidelidad en la generación de imágenes, aprovechando las capacidades de la

inteligencia artificial generativa para optimizar tanto el rendimiento como la coherencia visual de los contenidos producidos.

En esta etapa se empleó el software ComfyUI, previamente presentado en apartados anteriores. Para asegurar una correcta implementación, la plataforma proporciona un tutorial detallado que guía al usuario durante el proceso de configuración y uso. Este material cubre aspectos fundamentales, como la carga de flujos de trabajo, la instalación de modelos y la generación de imágenes, garantizando así un funcionamiento óptimo del sistema.

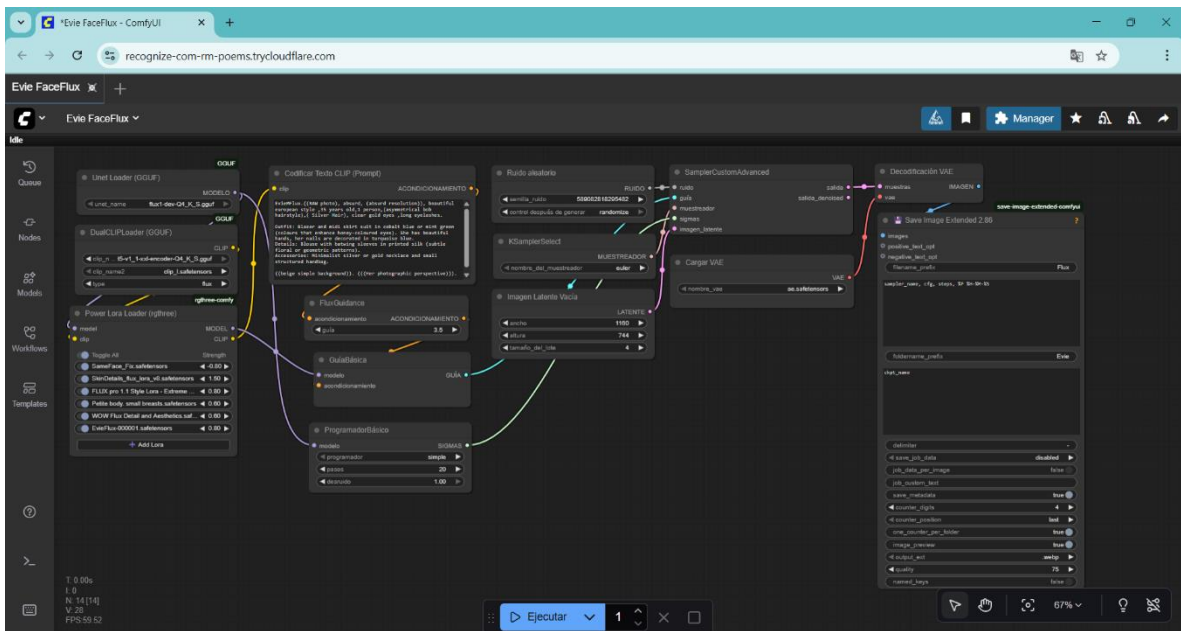
Para la generación de imágenes se utilizó la técnica de conversión de texto a imagen, una función esencial de la inteligencia artificial generativa que permite crear representaciones visuales a partir de descripciones textuales. Este proceso requiere, dentro de la plataforma, la correcta configuración y disponibilidad de los siguientes elementos:

- Artista (artist): El modelo de generación de imágenes
- Lienzo (Canva): El espacio latente
- Requisitos de la imagen, indicaciones (prompt): aquí se deben incluir indicaciones positivas (elementos que desea en la imagen) e indicaciones negativas (elementos que no desea).

El proceso de generación de imágenes a partir de texto puede conceptualizarse de manera sencilla como la introducción de los requisitos de la imagen: la indicación positiva y la negativa. Estos requisitos se transmiten al “artista”, es decir, al modelo de generación de imágenes, que posteriormente crea la representación visual conforme a las especificaciones proporcionadas. Siguiendo la guía de ejemplo del flujo de trabajo de texto a imagen de ComfyUI (ver figura 38), en la plataforma se realizan los siguientes pasos:

1. Abrir la interface de ComfyUI: Asegúrese de tener al menos un archivo de modelo.

2. Carga del flujo de trabajo de texto a imagen: las imágenes que contienen JSON de flujo de trabajo en sus metadatos se pueden arrastrar directamente a ComfyUI o cargar usando el menú.
3. Carga del modelo y generación de su primera imagen: En el nodo Punto de control de carga, use las flechas o haga clic en el área de texto para asegurarse de que el modelo esté seleccionado y que las flechas izquierda y derecha no muestren texto nulo.
4. Empieza a experimentar: Haga clic en el generar o utilice el acceso directo (Ctrl + Enter) para ejecutar la generación de imágenes.
5. Guardar imagen: debería ver la imagen resultante en la interfaz del nodo, en la que puede hacer clic derecho para guardarla localmente.



**Figura 38.** Flujo de trabajo del modelo.

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

En las etapas iniciales, las imágenes generadas no alcanzaban la calidad deseada, lo que hizo necesario realizar múltiples pruebas y generar un elevado volumen de imágenes para evaluar distintas configuraciones. Durante esta fase, se trabajó únicamente con la configuración base de LoRA. No obstante, a medida que se adquirió mayor experiencia en el manejo de la plataforma, se identificaron y

aplicaron ajustes avanzados que optimizaron el proceso, logrando imágenes con una calidad notablemente superior y un nivel de realismo más alto.

La figura 39 ilustra la evolución de las imágenes producidas por el modelo LoRA a lo largo del tiempo, evidenciando las mejoras significativas alcanzadas mediante la aplicación de ajustes iterativos y la exploración de nuevas configuraciones. Este enfoque de mejora continua resultó fundamental para obtener un modelo final que cumpliera con los estándares de calidad y realismo requeridos, garantizando resultados consistentes y satisfactorios en la generación de imágenes.



**Figura 39.** Evolución de imagen del agente tutor

**Fuente:** Elaboración propia (2025)

Finalmente, la creación de la apariencia constituye solo una fracción del desarrollo integral del agente. Como un rompecabezas, cada pieza del sistema se integra para formar la solución completa. Aunque se logró establecer la representación visual del agente, aún resta desarrollar el avatar animado, que incorporará movimientos y gesticulación sincronizados con el habla, aspecto esencial para lograr una interacción natural y efectiva con los usuarios.

#### 4.3.2 Modelador HeyGen

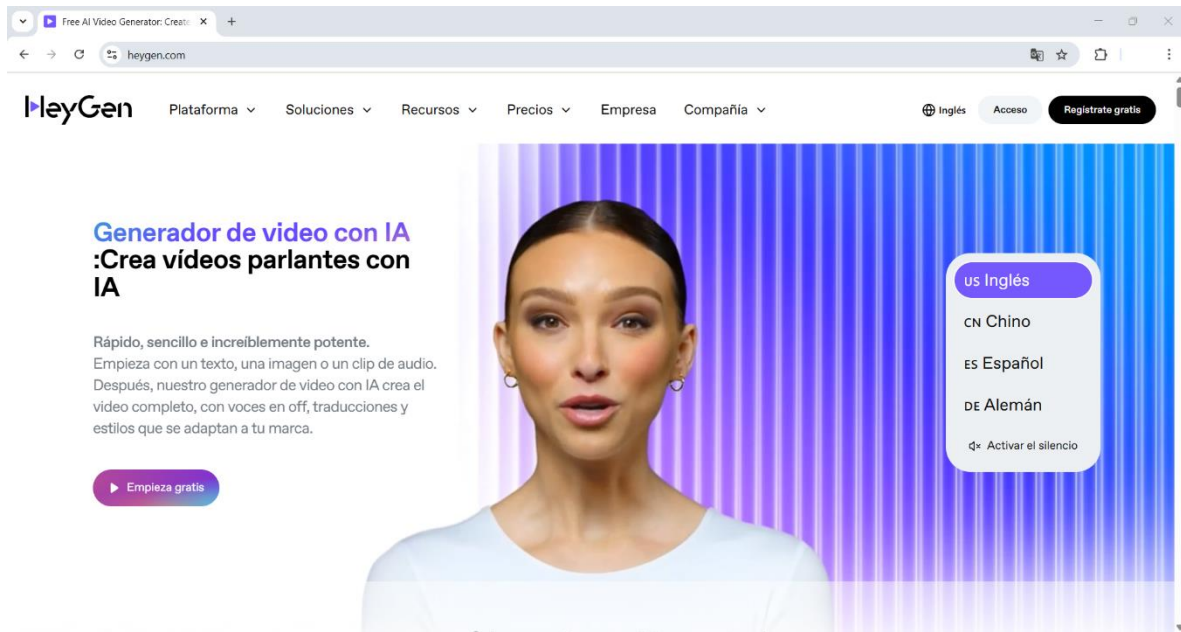
Se ha seleccionado HeyGen como la plataforma para animar al agente tutor, gracias a sus múltiples herramientas, ya que se especializa en un tipo de avatar muy

específico y potente: los avatares parlantes, llevando la generación más allá de una imagen estática. Su principal beneficio radica en su capacidad para automatizar la producción de video, creando presentaciones o contenido tutorial donde el avatar no solo tiene una apariencia realista o personalizada, sino que también habla con una sincronización labial perfecta en múltiples idiomas y puede ser animado con gestos naturales.

Es por ello que esta plataforma se convierte en la opción ideal para el presente proyecto de investigación, ya que la propuesta requiere de un agente virtual interactivo, o, en términos más precisos, de un tutor digital capaz de interactuar de manera dinámica con los estudiantes. Esta alternativa ofrece una solución eficiente frente a la necesidad de grabar a una persona real frente a la cámara, evitando así las limitaciones logísticas y técnicas que este proceso implica, como la disponibilidad de personal, el equipo de grabación y la edición de video.

Además, brinda una mayor escalabilidad y personalización, permitiendo ajustar la apariencia, el comportamiento y la comunicación del agente según las necesidades específicas del curso o de cada estudiante. A diferencia de las herramientas basadas únicamente en avatares estáticos, esta plataforma proporciona un entorno flexible que favorece la actualización constante de contenidos y la integración de nuevas funcionalidades, asegurando una experiencia de aprendizaje más inmersiva y efectiva.

El primer paso consistió en acceder a la plataforma HeyGen, disponible en línea, tal como se muestra en la figura 40. Una vez dentro, la interfaz presenta un menú intuitivo que ofrece diversas opciones relacionadas con la creación y gestión de avatares. Entre las funcionalidades más destacadas se encuentran: Avatar IV, avatares en video, avatares a partir de fotografías, avatares UGC (User Generated Content), avatares generativos, configuración de la apariencia del avatar y la creación de un avatar interactivo.



**Figura 40.** Sitio oficial de HeyGen

**Fuente:** (HeyGen, 2025)

HeyGen no solo se limita a la generación de avatares, sino que también proporciona soluciones integrales dirigidas a distintos sectores, incluyendo la industria educativa, corporativa y de marketing digital. Además, ofrece herramientas especializadas para equipos de trabajo, lo que facilita la colaboración en proyectos y la gestión conjunta de recursos digitales.

Esta flexibilidad convierte a HeyGen en una plataforma versátil y escalable, ideal para el desarrollo del agente tutor virtual con capacidades de interacción dinámica y una apariencia completamente personalizada. Dentro de su amplio catálogo de herramientas y funcionalidades permite adaptar el avatar a diferentes contextos educativos y necesidades específicas, lo que la posiciona como la solución innovadora para este proyecto.

Sin embargo, es importante considerar que, al tratarse de una plataforma propietaria y no de código abierto, todos sus servicios están sujetos a un costo. Esto implica que tanto la creación como la personalización y el mantenimiento de los avatares requieren una suscripción o pago por uso. Lo que puede representar una limitación económica a mediano y largo plazo. A diferencia de plataformas como

ComfyUI, que ofrecen un entorno abierto y gratuito, HeyGen no permite en su totalidad el acceso libre a su infraestructura ni a la personalización del código subyacente. Sin embargo, es posible usar las versiones limitadas de prueba que ofrece.

Con el fin de analizar la viabilidad de integrar el avatar seleccionado en el desarrollo del agente tutor. Este proceso permite explorar las funcionalidades disponibles sin comprometer recursos económicos significativos en el proyecto, asegurando que la solución elegida se adapte de manera óptima a los objetivos planteados. Dentro de estas versiones de prueba, se identificaron tres herramientas principales:

1. Video rápido del avatar
2. Foto a video con Avatar IV
3. Avatar interactivo

De estas opciones, el avatar interactivo es el que concentra el mayor interés dentro de esta investigación, ya que representa el componente clave para el desarrollo del agente tutor virtual. Esta herramienta ofrece la posibilidad de crear una experiencia educativa más inmersiva y personalizada, al permitir que el tutor virtual responda de manera coherente y fluida a las necesidades de los estudiantes en un entorno digital.

La primera opción es video rápido de avatar, una herramienta orientada a la creación de contenidos de manera ágil y sencilla. Está especialmente diseñada para generar videos de forma inmediata y sin tanto efecto de realismo en sus movimientos, lo que la convierte en una solución ideal para demostraciones, pruebas preliminares o prototipos, donde la velocidad de producción es un factor prioritario. Su uso permite validar ideas y conceptos, realizar pruebas previas sin necesidad de dedicar una gran cantidad de tiempo en la fase inicial del desarrollo.

La segunda opción corresponde a Foto a video con Avatar IV, la cual ofrece una funcionalidad más avanzada. Esta herramienta al igual que la primera opción permite generar animaciones realistas a partir de una imagen estática, dando vida

al avatar mediante expresiones faciales y movimientos básicos. Gracias a esta característica, es posible transformar una simple fotografía en un avatar dinámico, lo que resulta especialmente útil para crear presentaciones visuales más atractivas y cercanas a una interacción humana. El proceso para la creación de un avatar en la plataforma HeyGen se desarrolla a través de una serie de pasos estructurados, que permiten configurar la identidad y las características del agente virtual. Dichos pasos se describen a continuación:

1. Crea algo nuevo: En primer lugar, se debe elegir una de las opciones disponibles dentro de la plataforma. Las que se probaron en el contexto de la investigación son: video rápido del avatar, foto a video con avatar IV y avatar interactivo.
2. Fuente de avatar: Una vez seleccionada la herramienta, es necesario indicar la fuente de información para la creación del avatar. Tanto para la opción video rápido del avatar y para foto a video con avatar IV permite trabajar a partir de imágenes estáticas.
3. Carga de imágenes base: Posteriormente, la plataforma solicita subir una o varias imágenes que servirán como base para la generación del avatar. Estas imágenes son procesadas por el sistema para crear la representación visual inicial.
4. Asignación de identidad al avatar: El portal requiere definir una serie de atributos para otorgar una identidad al avatar, incluyendo nombre, edad, género y etnia. Esta información permite personalizar el avatar y darle mayor realismo dentro del entorno virtual.
5. Selección de la voz: Finalmente, se procede a asignar una voz al avatar, eligiendo entre distintas opciones disponibles en la plataforma. Esta configuración es esencial para establecer la interacción verbal con los usuarios y dotar al agente virtual de mayor naturalidad en la comunicación.

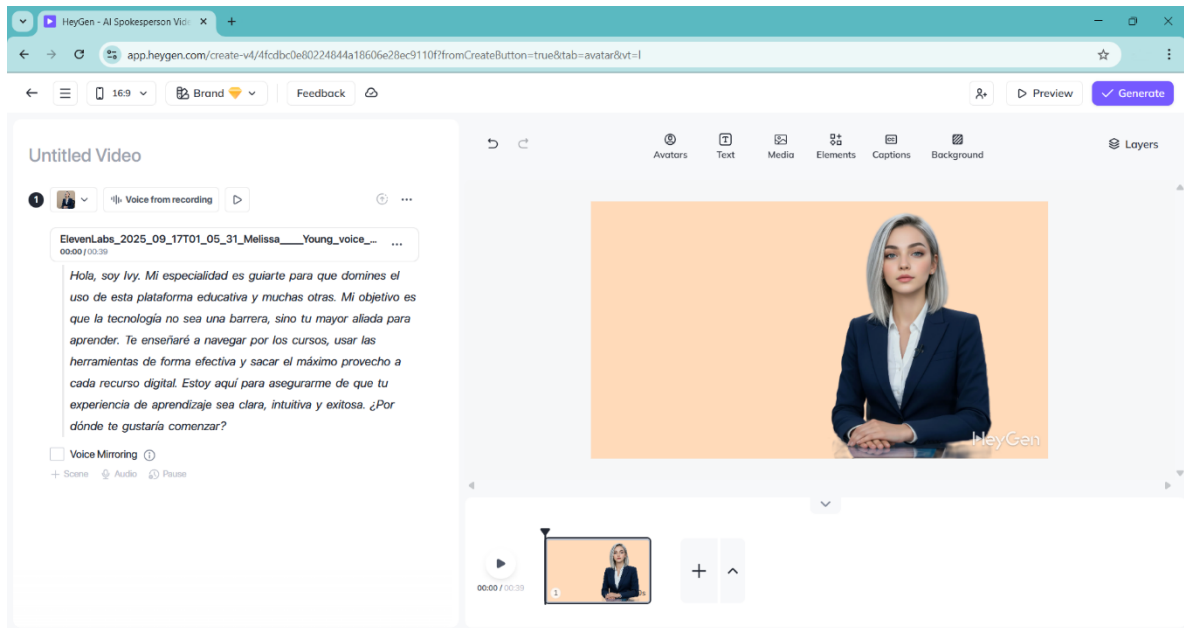
En ambas aplicaciones, la calidad de video es funcional y consistente, ofreciendo una sincronización labial adecuada y un nivel visual que permite obtener resultados favorables. Estas características garantizan que el contenido generado sea

coherente y profesional, lo que las convierte en opciones viables para la etapa inicial de desarrollo y pruebas del agente tutor virtual.

Finalmente, para la creación del video, la plataforma solicita especificar el formato de visualización, es decir, si se desea un video en modo retrato (vertical) o en modo paisaje (horizontal). Una vez seleccionada la opción deseada, el sistema redirige a una nueva interfaz (ver figura 41), donde se deben realizar tres configuraciones fundamentales:

1. Redacción del guion o texto del diálogo Se debe ingresar el texto exacto que el avatar pronunciará durante el video. Este texto será interpretado por el motor de inteligencia artificial de HeyGen para generar la sincronización labial y la entonación correspondiente, simulando un discurso natural y fluido.
2. Selección de la imagen base para la animación: Entre las imágenes previamente cargadas en la plataforma, se debe elegir aquella que servirá como base visual para la animación del avatar. Esta elección es crucial, ya que determinará la expresividad facial y el realismo del resultado final.
3. Configuraciones de renderización: Antes de generar el video, la plataforma ofrece la posibilidad de revisar configuraciones adicionales, como la velocidad de reproducción, el tono de voz, y la precisión de sincronización. Estos ajustes permiten optimizar la experiencia final según los objetivos del proyecto.

Una vez completados estos pasos, se procede a la generación automática del video, en el que el avatar seleccionado interpreta el guion ingresado con movimientos sincronizados de labios, expresiones faciales y un nivel de realismo adecuado para su implementación como agente tutor virtual.

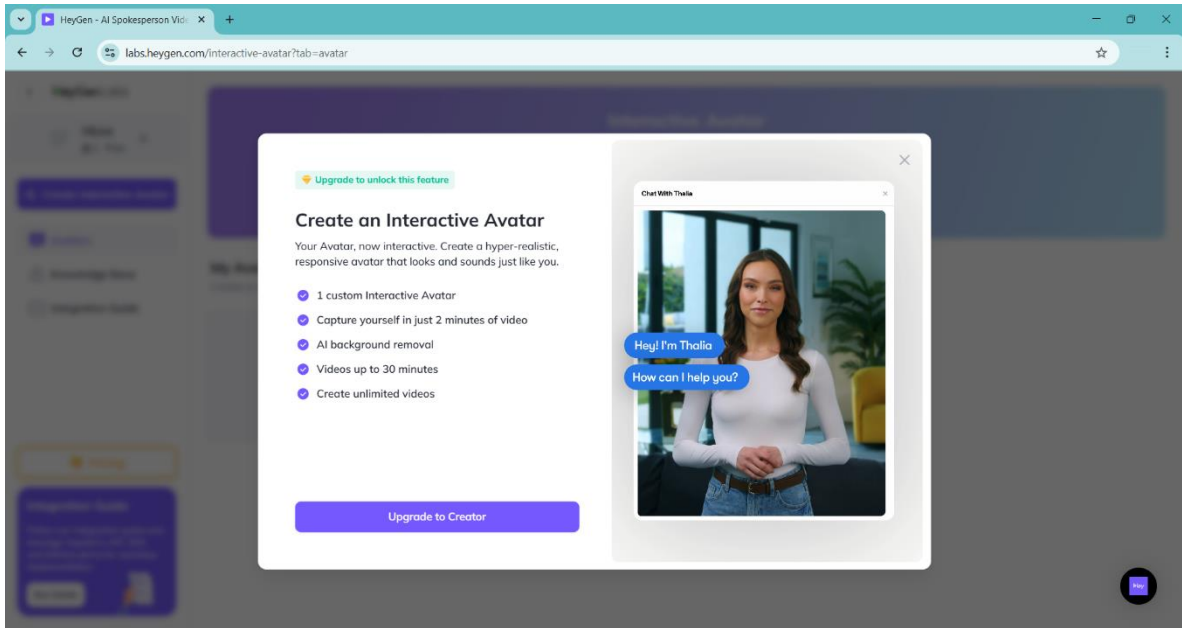


**Figura 41.** Interfaz de parámetros

**Fuente:** (HeyGen, 2025)

En el caso del avatar interactivo, la configuración es considerablemente más compleja en comparación con las opciones anteriores, ya que incorpora funcionalidades avanzadas de interacción en tiempo real. Esto significa que el avatar no se limita únicamente a reproducir un guion pregrabado, sino que es capaz de establecer una comunicación dinámica con los estudiantes, simulando una conversación natural mediante el reconocimiento de texto o voz, así como la generación de respuestas automáticas.

Este tipo de avatar resulta especialmente valioso para el desarrollo de un agente tutor virtual, ya que permite ofrecer una experiencia educativa más inmersiva y personalizada. Sin embargo, debido a la complejidad tecnológica que implica su funcionamiento, HeyGen requiere que el usuario cuente con una suscripción activa, ya sea en modalidad mensual o anual, para acceder a estas funciones avanzadas, como se muestra en la Figura 42.

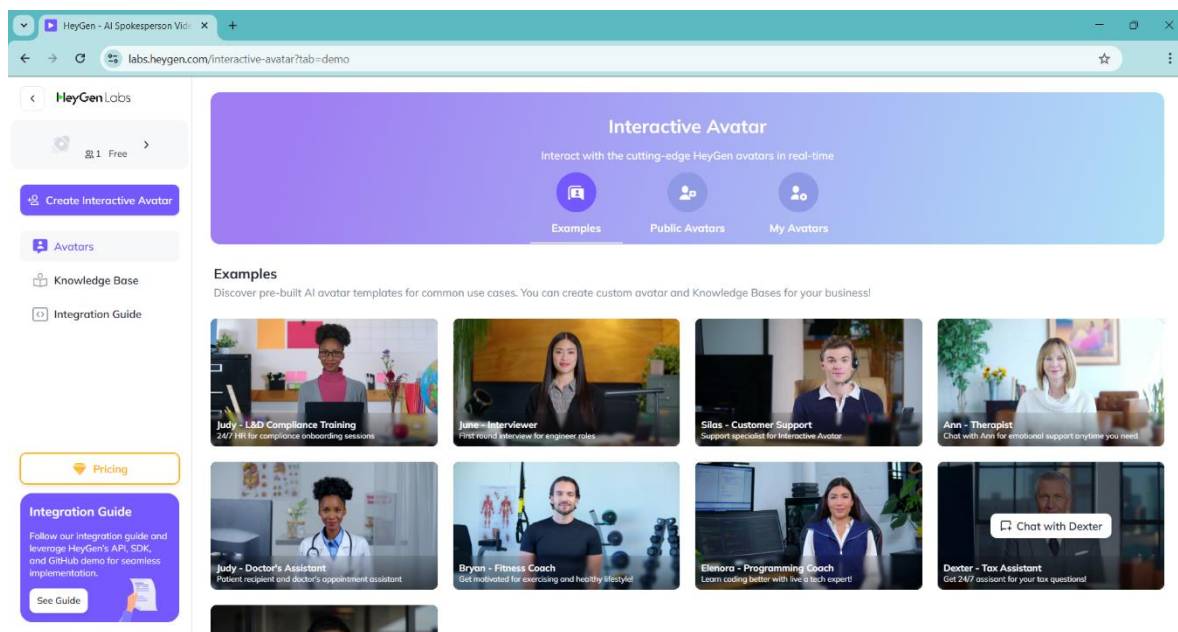


**Figura 42.** Suscripción a plan creador

**Fuente:** (HeyGen, 2025)

La plataforma ofrece distintos planes que varían en costo y beneficios, dependiendo del nivel de interacción, la cantidad de minutos de video disponibles y las opciones de personalización del avatar. Esta suscripción es indispensable para crear y gestionar un avatar interactivo, garantizando así un servicio estable y con soporte técnico continuo.

Sin embargo, la plataforma ofrece la posibilidad de probar la funcionalidad de un avatar interactivo sin necesidad de adquirir un plan y crear uno propio. Esto se logra a través de la opción denominada “ejemplos”, donde se dispone de una galería de avatares previamente configurados y listos para su uso como una versión de prueba, tal como se muestra en la figura 43. Es por ello que, cada uno de estos avatares ya cuenta con una identidad definida y una base de conocimiento consolidada para negocio, prediseñada para casos de uso comunes. Esto significa que el usuario puede seleccionar un avatar y entablar una conversación inmediata, ya que este ha sido programado para responder de forma coherente y precisa a las preguntas relacionadas con su área de especialización.



**Figura 43.** Ejemplos de avatares con base de conocimiento consolidada

**Fuente:** (HeyGen, 2025)

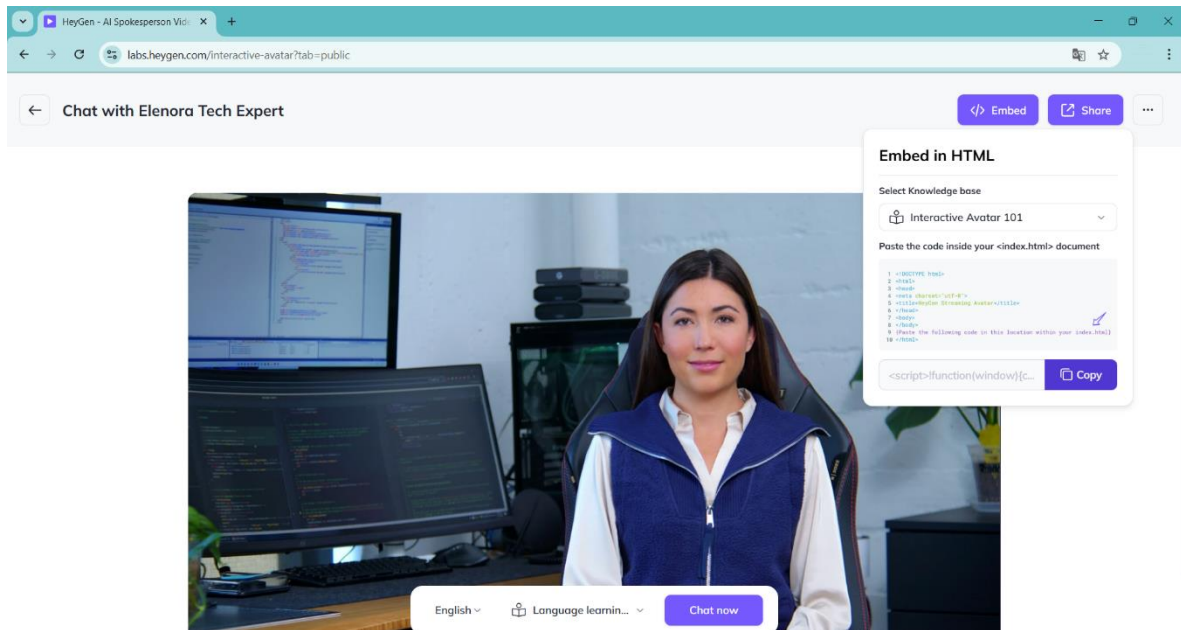
Esta funcionalidad resulta particularmente poco útil para el proyecto, ya que no es el campo de acción buscado. Sin embargo, permite evaluar el desempeño y la calidad de la interacción en tiempo real antes de invertir en la creación y personalización de un avatar propio.

Es posible experimentar con las herramientas de HeyGen, comprender su flujo de trabajo y analizar su potencial en un contexto educativo, asegurando que cumpla con los requerimientos del agente tutor virtual planteado en esta investigación. Es por ello que resulta fundamental que la integración del avatar sea compatible y amigable con la plataforma educativa seleccionada, en este caso, Moodle.

Dentro de HeyGen, en el apartado de avatares públicos de la opción avatar interactivo, se dispone de una funcionalidad que permite utilizar estos avatares para establecer una conversación fluida y en tiempo real directamente desde la plataforma. A diferencia de los avatares preconfigurados con una base de conocimiento específica comercial, esta opción permite interactuar sobre cualquier tema abierto con la opción a configuración del conocimiento, ofreciendo así una

mayor flexibilidad en la conversación, manteniendo la certeza de sus respuestas ya que esta cuanta también con su base de conocimiento.

Lo más relevante de esta herramienta es que incluye un código de integración en formato *Embed* como se muestra en la figura 44, el cual puede ser insertado directamente en cualquier sitio web. En el contexto de esta investigación, se plantea incorporarlo en el código de Moodle.



**Figura 44.** Código de integración embebido

**Fuente:** (HeyGen, 2025)

Lo que se espera con esta funcionalidad, es tomar una ventaja significativa, ya que simplifica de manera considerable el proceso de implementación, permitiendo que el avatar interactivo se integre de forma transparente y eficiente dentro de la interfaz de la plataforma educativa.

La incorporación correcta de este mecanismo evita la necesidad de realizar desarrollos adicionales complejos o modificaciones profundas en la estructura interna de Moodle. Se realizarán pruebas para saber si el avatar puede ser añadido como un componente embebido, esto reduciría el tiempo y los costos de integración,

al mismo tiempo que garantiza la estabilidad y el correcto funcionamiento del sistema.

Esta estrategia no solo facilitaría la incorporación del avatar interactivo, sino que también ofrecería una mayor flexibilidad y escalabilidad, ya que permitiría actualizar, reemplazar o modificar el avatar sin afectar el resto de la plataforma, asegurando así un flujo de trabajo ágil y sostenible a largo plazo.

Si al realizar la implementación todo se mantiene sería posible ofrecer a los usuarios una experiencia educativa más inmersiva y personalizada, aprovechando al máximo las capacidades interactivas de la plataforma de HeyGen y garantizando la coherencia con la infraestructura tecnológica de Moodle.

#### **4.4 implementación**

Hasta este punto se han presentado los principales productos desarrollados: el módulo de reconocimiento facial, el agente tutor virtual, la implementación de la plataforma Moodle y el curso piloto diseñado para su evaluación. Cada uno de estos componentes ha sido concebido como un eslabón dentro de una cadena de desarrollo, contribuyendo de manera específica al logro del objetivo general del proyecto.

En este apartado se aborda la integración de todos estos elementos, con el propósito de consolidar un sistema funcional que opere de acuerdo con lo planteado en los diagramas y esquemas previamente expuestos. Esta fase representa la convergencia entre el diseño, la programación y la aplicación práctica, asegurando que los módulos trabajen de forma coordinada y coherente dentro del entorno Moodle, tal como fue planificado en las etapas de diseño del sistema.

Continuando con el proceso, se presenta el módulo de reconocimiento facial desarrollado para este proyecto. Su implementación retoma en gran medida lo expuesto en el apartado correspondiente al perfil del estudiante, el cual sirvió como base conceptual para fundamentar la importancia de identificar y analizar las emociones reflejadas en las expresiones faciales.

Este enfoque permite comprender de manera más profunda el estado emocional del usuario durante el proceso de aprendizaje, lo que a su vez facilita una interacción más empática y adaptativa por parte del agente tutor. De esta forma, el reconocimiento facial no solo cumple una función técnica dentro del sistema, sino que también representa un componente esencial en la construcción de una experiencia educativa personalizada y emocionalmente inteligente.

Como se ha mencionado anteriormente, para el desarrollo de los scripts se empleó JavaScript, con el propósito de realizar el análisis de expresiones faciales en la web y en tiempo real (streaming). Esta elección responde a la necesidad de contar con una tecnología ligera, compatible y de fácil integración con entornos basados en navegadores, lo que permite procesar y reconocer las expresiones directamente desde la cámara del usuario sin requerir instalaciones adicionales.

El uso de JavaScript facilita además la comunicación directa con otros componentes del sistema, como el agente tutor y la plataforma Moodle, posibilitando una interacción continua entre el análisis emocional y la respuesta adaptativa del tutor virtual. De esta manera, se logra una experiencia más dinámica y natural dentro del entorno de aprendizaje.

El proceso consistió en seleccionar los modelos preentrenados que permitirían identificar las emociones faciales que serían objeto de análisis. Es importante señalar que los modelos utilizados no fueron desarrollados de manera propia, sino que corresponden a modelos previamente entrenados y disponibles bajo licencias de uso libre o de código abierto (Mühler, 2020).

La elección de estos modelos se fundamentó en su precisión, compatibilidad con entornos web y capacidad de integración con las bibliotecas de JavaScript empleadas para el reconocimiento facial. Dichos modelos han sido validados por la comunidad científica y tecnológica, lo que garantiza su confiabilidad para tareas de detección de expresiones y clasificación de emociones.

A continuación, se presentan los modelos seleccionados que conforman la base del sistema de reconocimiento facial, los cuales se describen en la Tabla 14.

En ella se detallan los elementos que integran el sistema, su función principal, las características técnicas más relevantes y la librería empleada para su implementación y funcionamiento.

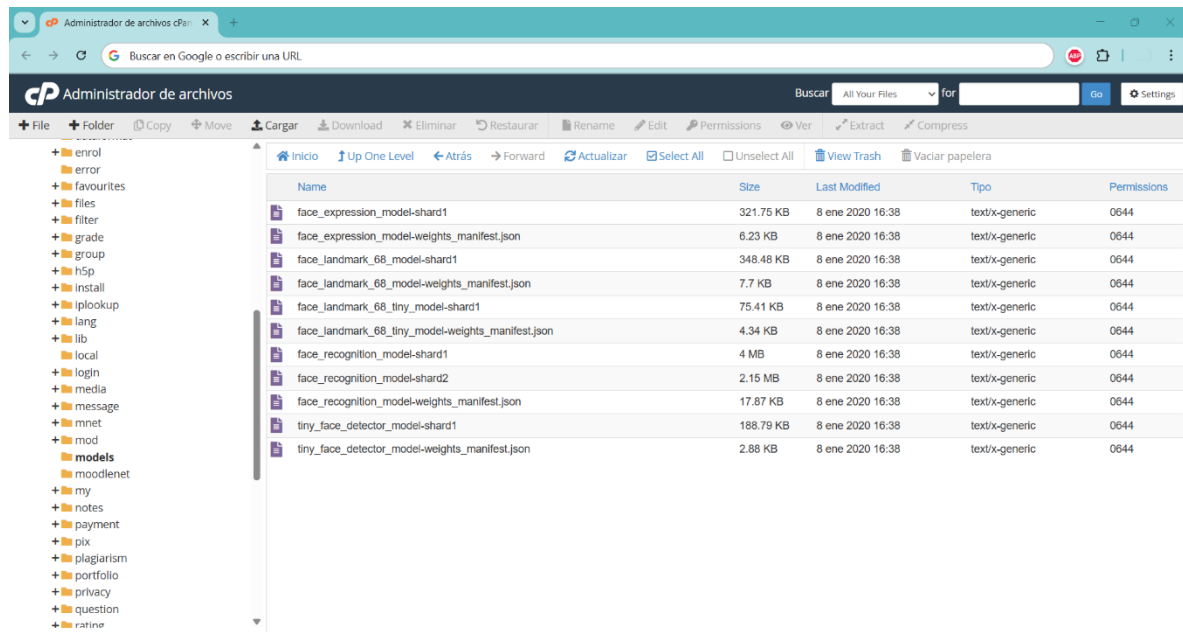
**Tabla 14.** Modelos de reconocimiento facial

ELEMENTOS	FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	LIBRERÍA / FUENTE
Tiny Face Detector	Detectar la presencia y ubicación de rostros en imágenes o video.	Modelo ligero y rápido; optimizado para ejecución en tiempo real en navegadores. Alta eficiencia en dispositivos con recursos limitados.	<i>face-api.js</i> (basado en <i>TensorFlow.js</i> )
Face Landmark Model (68 puntos)	Mapear puntos de referencia facial (ojos, cejas, nariz, boca y contorno).	Permite obtener coordenadas faciales detalladas para análisis geométrico y emocional. Disponible en versión estándar y "Tiny".	<i>face-api.js</i>
Facial Expression Model	Clasificar expresiones faciales en categorías emocionales universales.	Reconoce emociones básicas: felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo, disgusto y neutralidad.	<i>face-api.js</i> / <i>TensorFlow.js</i>
Face Recognition Model	Identificar o verificar la identidad de un rostro.	Genera vectores de características (embeddings) únicos por rostro; permite comparación y verificación de identidad.	<i>face-api.js</i> / <i>DeepFace</i>
Age and Gender Model (opcional)	Estimar edad y género de la persona detectada.	Complementa la información contextual del usuario; útil para personalización adaptativa.	<i>face-api.js</i>

**Fuente:** adaptación personal (Mühler, 2020)

Estas librerías se alojan directamente en el servidor donde se encuentra instalada la aplicación. Se ubican en el directorio raíz con el propósito de facilitar su acceso y optimizar la escritura de rutas durante el desarrollo, haciendo que la referencia a los

directorios sea más corta y eficiente. Antes de integrarlas de manera funcional dentro de la plataforma Moodle, el proceso de construcción del módulo y las pruebas iniciales se realizaron en un subdominio del servidor principal, denominado proyectos.webtime.com.mx, como se muestra en la Figura 45.



**Figura 45.** Modelos para reconocimiento facial

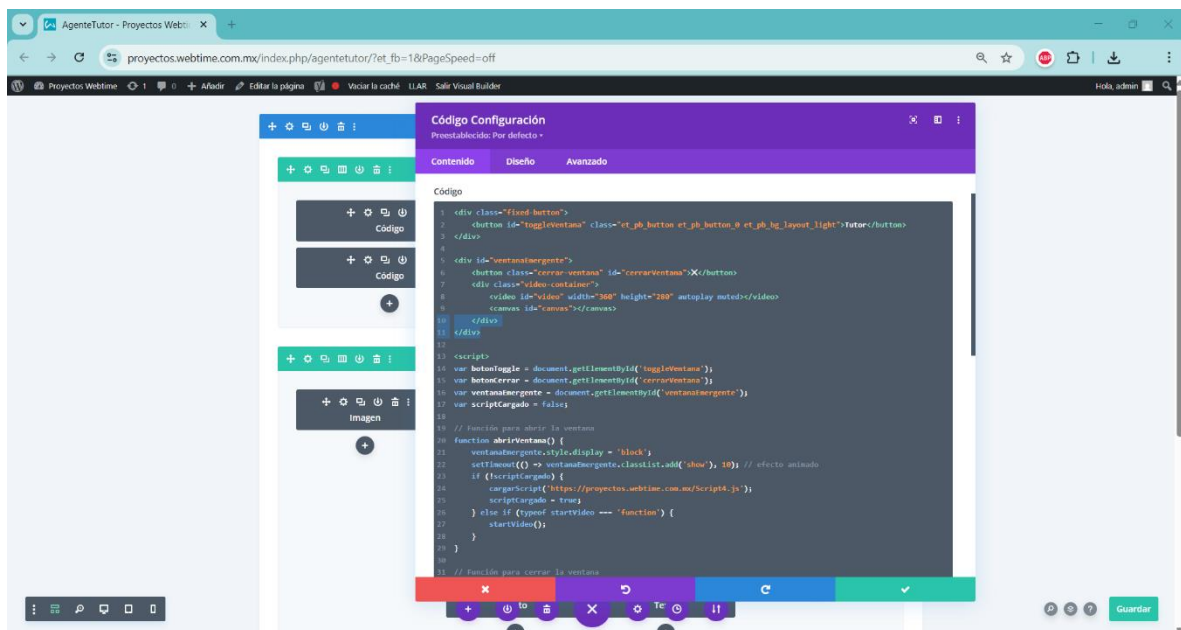
**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Los sistemas de análisis facial conforman un ecosistema integral que opera mediante una secuencia de etapas interconectadas. En primer lugar, se emplean modelos de detección facial, como Tiny Face Detector, cuya función es identificar de manera rápida y eficiente la presencia y ubicación de los rostros dentro de una imagen o flujo de video. Posteriormente, los modelos de puntos de referencia se encargan de mapear las características faciales clave, como: los ojos, cejas, nariz, boca y contorno del rostro, permitiendo comprender con precisión la estructura y orientación de cada rostro detectado.

Con esta información procesada, el sistema puede avanzar hacia dos objetivos complementarios: por un lado, el modelo de expresiones faciales interpreta los estados emocionales predominantes: felicidad, tristeza, sorpresa, enojo, entre otros; y por otro, el modelo de reconocimiento facial genera una

representación numérica única de cada individuo, lo que facilita tareas de verificación o identificación de personas dentro del sistema. Para la investigación no fue necesaria la identificación de personas, sino solo de las emociones y las expresiones faciales que pueda realizar el estudiante. Sin embargo, al contar con estas librerías podría configurarse para que de ser necesario se habilite esta opción.

En los primeros intentos de implementación, el código de reconocimiento facial se integró en una sección fija dentro de la página web. Sin embargo, esta disposición resultó poco funcional, ya que interfería con la experiencia del usuario. Durante el uso de la plataforma Moodle, se requiere que el estudiante disponga de un entorno libre para desarrollar sus actividades académicas sin distracciones. Por esta razón, fue necesario optimizar el código y rediseñar su integración, como se muestra en la figura 46, implementando un botón flotante ubicado en la parte inferior derecha de la pantalla. Al activarlo, se despliega una ventana emergente en la esquina superior derecha, la cual muestra la captura de video en tiempo real (streaming). Esta configuración permite analizar las expresiones faciales del estudiante de manera continua, sin interrumpir ni afectar su proceso de estudio.



```
1 <div class="fixed-button">
2   <button id="toggleVentana" class="tt_ph_button tt_ph_button_0 et_ph_bg_layout_light">Tutor/</button>
3 </div>
4
5 <div id="ventanaEmergente">
6   <button class="cerrar-ventana" id="cerrarVentana">X/</button>
7   <div class="video-container">
8     <video id="video" width="300" height="200" autoplay muted/></video>
9     <canvas id="canvas"></canvas>
10  </div>
11 </div>
12
13 <script>
14 var botonToggle = document.getElementById("toggleVentana");
15 var botonCerrar = document.getElementById("cerrarVentana");
16 var ventanaEmergente = document.getElementById("ventanaEmergente");
17 var scriptCargado = false;
18
19 // función para abrir la ventana
20 function abrirVentana() {
21   ventanaEmergente.style.display = "block";
22   setTimeout(() => ventanaEmergente.classList.add("show"), 10); // efecto animado
23   if (!scriptCargado) {
24     scriptCargado = true;
25     } else if (typeof startVideo === "function") {
26     startVideo();
27   }
28 }
29
30 // función para cerrar la ventana
```

Figura 46. Código de integración

Fuente: Desarrollo personal (2025)

El código del sistema de reconocimiento facial no se limita únicamente a la sección donde se ejecuta la ventana emergente; también se ha insertado en el encabezado general (header) del sitio. Esto garantiza que la funcionalidad permanezca activa en todas las páginas de la plataforma, sin importar la sección del menú que el usuario seleccione.

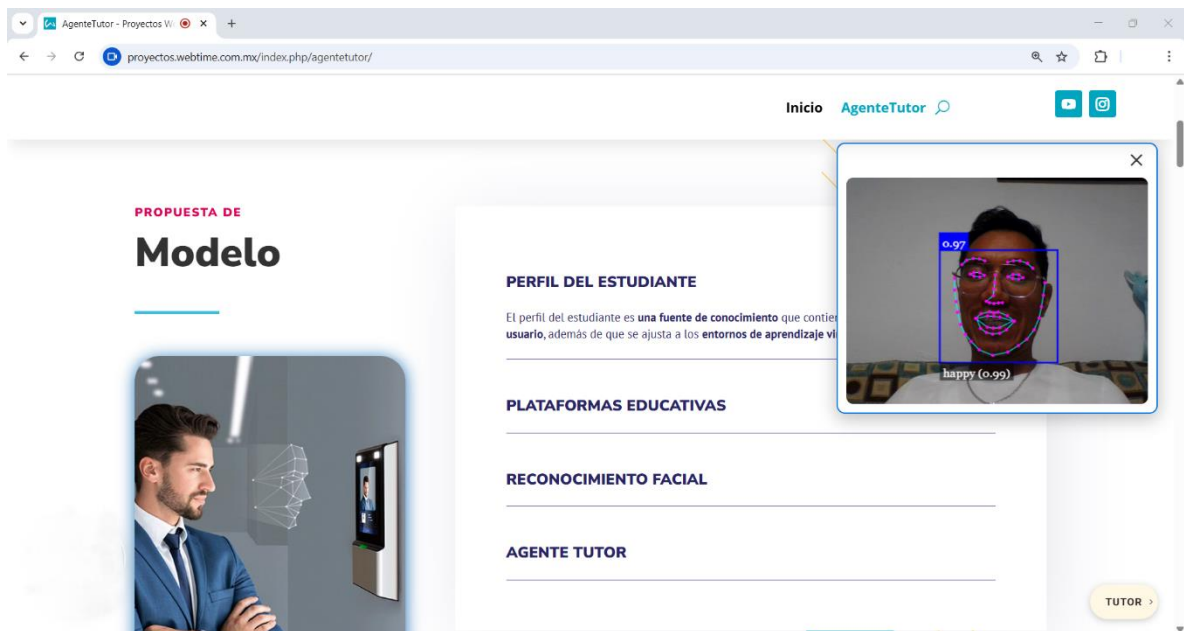
Dentro del encabezado se incluyen las referencias a las librerías `face-api.js` y `face-api.min.js`, esenciales para el procesamiento de video y el análisis facial. Asimismo, se añadió código adicional en los estilos CSS para definir la apariencia y el comportamiento de la ventana emergente, asegurando su correcta visualización y compatibilidad con la interfaz del navegador web.

Del mismo modo, en el directorio raíz del servidor se alojan los modelos preentrenados que utiliza el sistema para el reconocimiento facial, junto con los archivos complementarios necesarios para su funcionamiento, entre los que destacan:

- `Face-api.js` y `face-api.min.js` (librerías principales del sistema),
- `GuardarExpresiones.js` (para el registro y almacenamiento de emociones detectadas), y
- `Script5.js` (encargado de la integración general y la interacción con la interfaz).

Ahora que se conocen todos los elementos involucrados para que todo funcione de manera adecuada. El usuario solo tiene que activar el mecanismo haciendo clic en el botón flotante que dice 'TUTOR', lo que provoca que la ventana emergente se despliegue en pantalla. Si es la primera vez que se utiliza el sistema en el navegador, este solicitará al estudiante otorgar los permisos necesarios para acceder a la cámara web. Una vez concedida la autorización, la ventana comenzará a mostrar la transmisión de video en vivo. A partir de ese momento, los modelos de reconocimiento facial entran en funcionamiento, detectando y marcando los puntos de referencia del rostro en tiempo real. Estas marcas permiten a los modelos identificar y analizar las expresiones faciales del usuario, facilitando así la

interpretación de sus emociones durante el desarrollo de sus actividades académicas (ver figura 47).



**Figura 47.** Reconocimiento de emociones

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

El reconocimiento de imagen ya funciona de manera adecuada, por lo que la integración de este módulo puede considerarse satisfactoria. En esta etapa, corresponde incorporar el código proporcionado por la plataforma HeyGen, con el propósito de integrar el avatar interactivo que fungirá como agente tutor dentro del entorno de aprendizaje.

Para ello, desde la cuenta configurada en el portal de HeyGen, se procede a copiar el código de integración, el cual permite insertar el avatar en nuestro navegador web mediante un código script (ver figura 48). Cabe recordar que este agente ya había sido previamente configurado, tal como se describió en apartados anteriores de este documento. De esta manera, se consolida la conexión entre el reconocimiento facial, el avatar interactivo en un sitio web, conformando un entorno funcional y coherente para la simulación del agente tutor virtual.

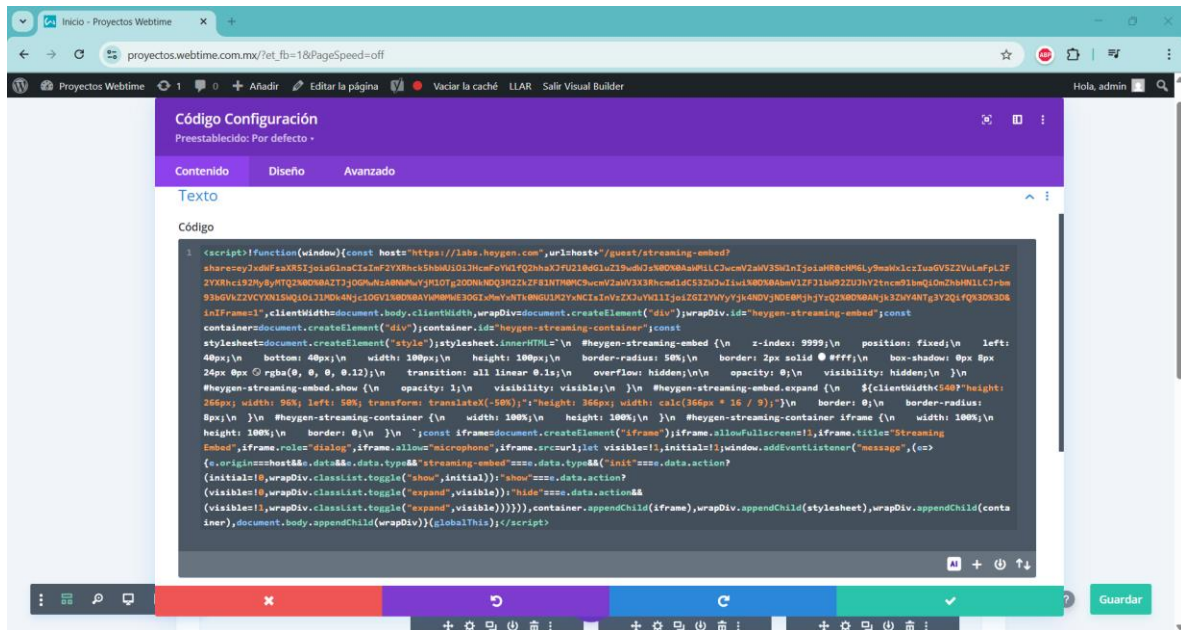


Figura 48. Script de integración de agente tutor

Fuente: Desarrollo personal (2025)

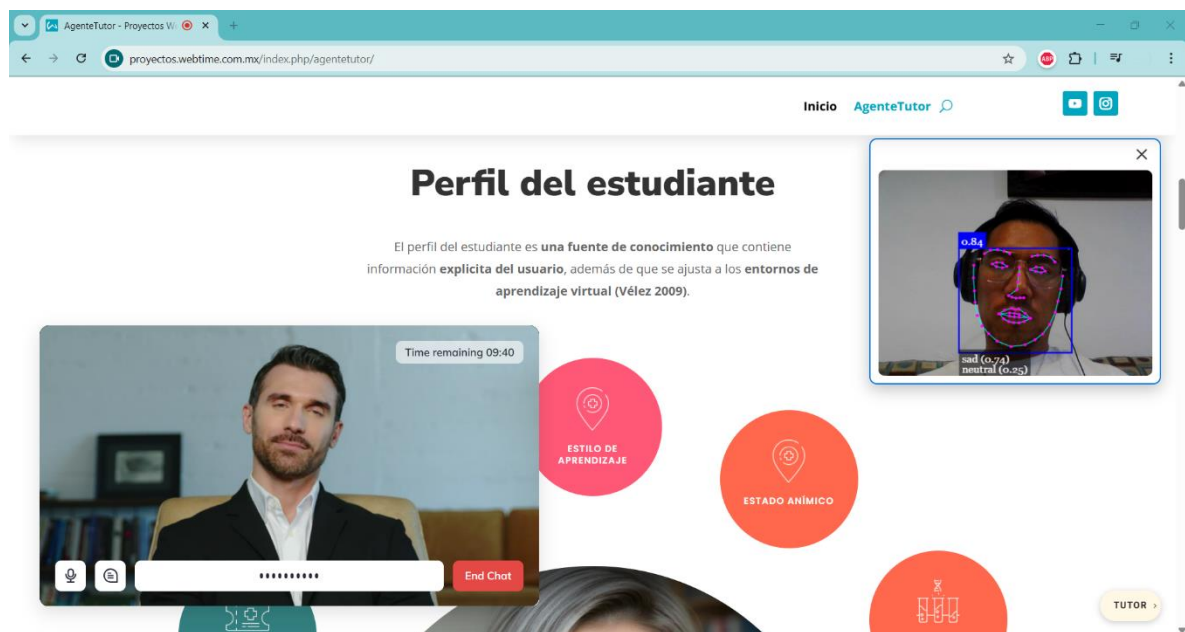
Al integrar el código script del agente tutor en la plataforma, el resultado es la aparición de un botón circular flotante ubicado en la parte inferior de la ventana del navegador, que muestra el rostro del tutor virtual seleccionado. Para iniciar la interacción con el agente, el usuario debe hacer clic en el botón “*Chat Now*”.

Antes de comenzar la conversación, el sistema solicita seleccionar el idioma de comunicación con el agente tutor. Para los fines de esta investigación, se eligió el idioma español. Una vez realizada esta selección, se vuelve a presionar el botón “*Chat Now*”, tras lo cual se despliega una ventana interactiva en la que el agente tutor se presenta y formula una pregunta inicial, como, por ejemplo: “¿Cómo puedo ayudarte?”.

El funcionamiento del chat interactivo se basa en un sistema de comunicación bidireccional entre el usuario y el servidor de HeyGen, que gestiona el procesamiento del lenguaje natural y la generación de respuestas del avatar. Cuando el usuario introduce una consulta o comentario en el campo de texto, este se envía al modelo conversacional alojado en los servidores de la plataforma, donde se interpreta el mensaje y se genera una respuesta coherente en tiempo real.

Simultáneamente, el avatar virtual reproduce dicha respuesta mediante síntesis de voz sincronizada con movimientos faciales, logrando una interacción más fluida y natural. Este proceso ocurre en cuestión de segundos, lo que permite mantener una conversación continua y dinámica con el agente tutor.

Además, el sistema está diseñado para mantener la coherencia conversacional, recordando el contexto inmediato de la interacción. Esto resulta especialmente útil en un entorno educativo, ya que permite que el tutor responda de manera más pertinente a las preguntas del estudiante y refuerce los temas abordados previamente (ver figura 49). Sin embargo, al ser una herramienta en el modo de prueba, solo se puede interactuar con el agente diez minutos continuos.



**Figura 49.** Integración con el agente tutor

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Una vez que se ha probado el agente tutor y se han obtenido resultados satisfactorios en las pruebas de integración con cada uno de los módulos desarrollados, se procede a la implementación final dentro de la plataforma Moodle. Recordando que se determinó que Moodle sería la plataforma más adecuada para este proyecto, decisión que ha sido justificada en capítulos anteriores. Durante el proceso de evaluación, Moodle destacó frente a otras plataformas, obteniendo

aproximadamente 45 de 50 puntos en popularidad y una calificación de 44 sobre 50 en funcionalidad y desempeño. Estos resultados evidencian su solidez y posicionamiento como una de las principales herramientas de gestión del aprendizaje a nivel global.

Uno de los factores clave en su selección es su arquitectura basada en el entorno LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP), lo que la convierte en una plataforma flexible, escalable y ampliamente compatible. Su naturaleza de código abierto permite la integración y personalización de nuevas funcionalidades, lo que resulta esencial para la incorporación del agente tutor.

Una de las ventajas más significativas de esta plataforma es la facilidad para incorporar código personalizado, como el desarrollado en este proyecto. Esta funcionalidad se encuentra disponible en la sección de Administración del sitio, Apariencia, HTML adicional, donde el propio sistema especifica:

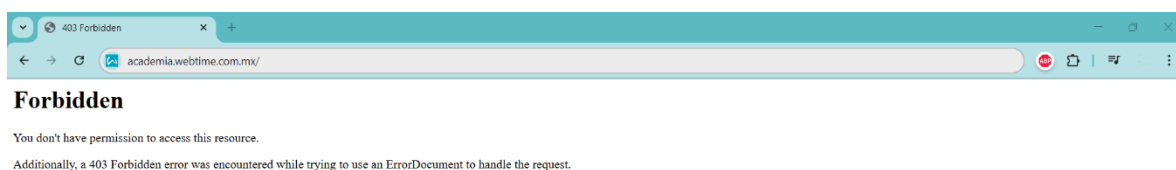
“Estas opciones permiten especificar el código HTML a añadir en todas las páginas. Puede establecer el código HTML que se añadirá dentro de la etiqueta HEAD de la página, inmediatamente después de que se haya abierto la etiqueta BODY o inmediatamente antes de que la etiqueta BODY se cierre. Hacer esto le permite agregar encabezados o pies de página personalizados en cada página o añadir fácilmente, con independencia del tema elegido, soporte para servicios como Google Analytics.” (León , 2025).

Esta característica convierte a Moodle en un entorno ideal para la integración de componentes externos, como el agente tutor, permitiendo incorporar scripts, librerías o marcos de interacción directamente en el código de la plataforma sin comprometer su estabilidad ni su compatibilidad.

Ahora bien, los códigos desarrollados y previamente validados se integraron en Moodle siguiendo el mismo procedimiento empleado durante las pruebas realizadas en el sitio web experimental. No obstante, al intentar guardar los cambios en la sección de configuración correspondiente, se generó un mensaje de error crítico:

“Prohibido. No tienes permiso para acceder a este recurso. Además, se ha producido un error 403 Forbidden al intentar utilizar un ErrorDocument para gestionar la solicitud” (ver Figura 50).

Este inconveniente evidenció que la plataforma bloqueaba la ejecución directa de ciertos fragmentos de código insertados en el entorno HTML adicional. Ante esta situación, se llevaron a cabo diversas pruebas de integración, incorporando los scripts de manera individual y en los tres apartados disponibles (dentro de las etiquetas <head>, después de <body> y antes de </body>). Sin embargo, a pesar de los ajustes y verificaciones realizadas, los intentos resultaron sin éxito, manteniéndose el mismo error de acceso restringido.



**Figura 50.** Prohibido error 403

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Después de varios días de búsqueda y análisis sin obtener resultados favorables, se realizaron consultas exhaustivas en la documentación oficial de Moodle, considerando la posibilidad de que la plataforma no permitiera la integración directa de código JavaScript en determinadas secciones del entorno. No obstante, esta hipótesis no pudo confirmarse de manera concluyente, dado que algunos registros sí documentan casos exitosos de inserción de scripts personalizados.

Ante la persistencia del error, se optó por probar una alternativa técnica: en lugar de alojar los scripts directamente dentro del entorno de Moodle, se intentó enlazarlos externamente desde el servidor de pruebas, donde previamente habían demostrado un funcionamiento estable. Sin embargo, los intentos de conexión remota no tuvieron éxito, ya que el sistema continuó bloqueando la ejecución de los recursos, probablemente por razones de seguridad, control de permisos o políticas

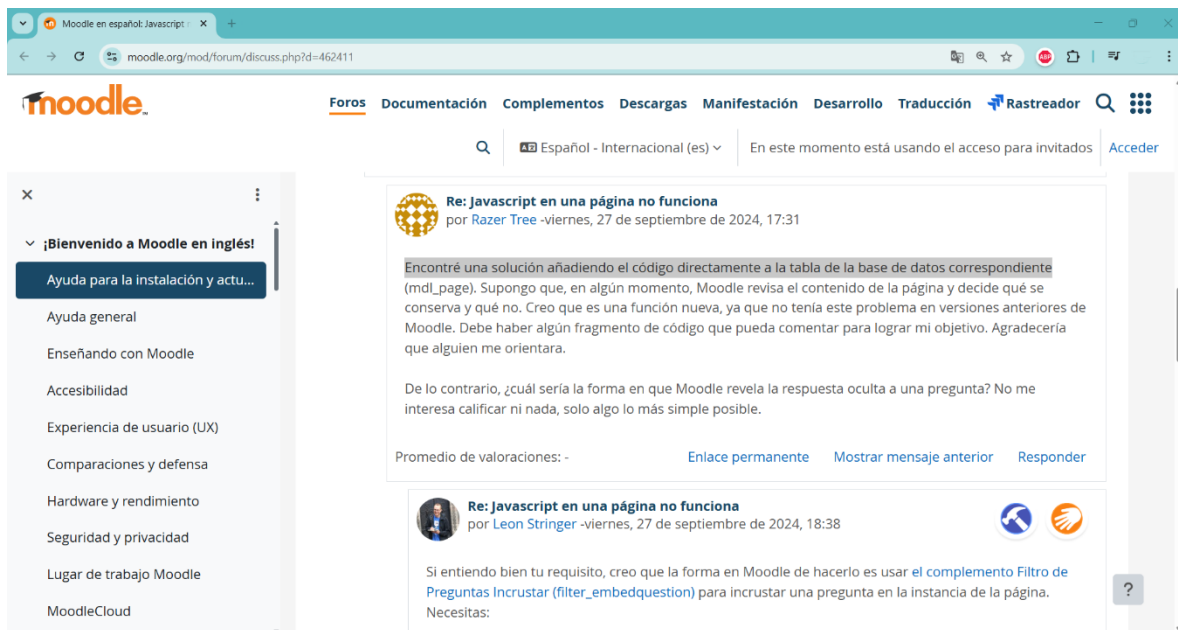
de contenido (CSP) implementadas por el propio servidor o por la configuración interna de Moodle.

Se amplió la búsqueda en los foros en español del sitio oficial de Moodle, donde se descubrió que el inconveniente con la integración de código JavaScript no era un problema reciente, sino un tema recurrente que ha persistido a lo largo de diversas versiones de la plataforma. En múltiples publicaciones, los usuarios señalaban que Moodle restringe por motivos de seguridad la ejecución de scripts externos o personalizados, impidiendo su inserción directa desde las opciones de administración o desde el editor de HTML adicional.

Entre las soluciones propuestas por la comunidad, algunos participantes mencionaban que una alternativa viable consistía en colocar los archivos JavaScript dentro de las carpetas correspondientes al tema activo de Moodle, de modo que el sistema los reconociera como parte nativa del entorno y los ejecutara correctamente.

A partir de esta información, se llevaron a cabo múltiples pruebas de integración dentro de la plataforma Moodle, intentando ubicar los archivos en distintas rutas y configuraciones del tema seleccionado. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y de los ajustes realizados durante varios días, no se logró obtener una solución óptima que permitiera la ejecución estable y segura de los códigos desarrollados.

Tras múltiples consultas en los distintos foros, y después de revisar varias veces las soluciones previamente aplicadas sin éxito, finalmente se identificó una solución efectiva, como se muestra en la Figura 51. La propuesta fue encontrada en un hilo secundario de uno de los foros, donde un usuario sugería insertar el código directamente en la base de datos de Moodle.



**Figura 51.** Hilo de foro en portal de Moodle

**Fuente:** (Moodle, Ayuda para la instalación y actualización, 2024)

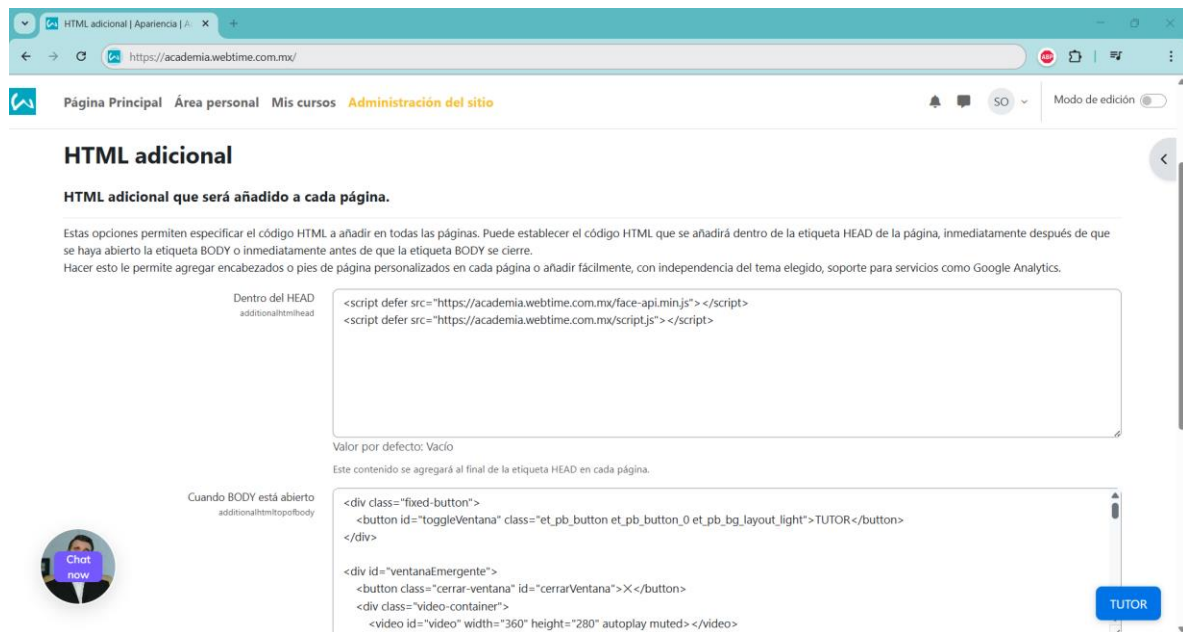
Esta estrategia tiene sentido desde el punto de vista técnico: si la plataforma permite agregar código mediante la interfaz de administración, significa que en algún lugar de la base de datos se almacena dicha información, para que posteriormente pueda integrarse al código nativo de Moodle y ser ejecutada correctamente en todas las páginas del sitio. Esta aproximación ofrecía una alternativa viable frente a las restricciones que impedían la ejecución directa de scripts desde las opciones estándar de HTML adicional.

Se inició un proceso de investigación exhaustivo en todas las tablas de la base de datos de Moodle, con el objetivo de identificar dónde se almacenaba la información que previamente no se había guardado correctamente. Inicialmente, se realizó un análisis preliminar, definiendo un marcador o valor de prueba que pudiera almacenarse sin inconvenientes, lo que permitió identificar los campos funcionales dentro de las tablas.

Una vez identificadas estas celdas, se procedió a acceder al servidor y a manipular directamente la base de datos, realizando un barrido sistemático de las tablas, desplazándose registro por registro hasta localizar los campos precisos

donde Moodle guardaba la información relacionada con el HTML adicional. Tras este procedimiento, se insertaron los códigos funcionales del agente tutor directamente en las tablas correspondientes, modificando la base de datos de manera directa, lo que, si bien podía considerarse una acción agresiva frente al código nativo de Moodle, resultó ser efectiva para lograr la integración deseada.

Fue así que la integración de los códigos desarrollados lograron ser parte del código nativo de Moodle, finalmente eran reconocidos en la pagina como parte de su integración, ya se podría ver el botón flotante de 'Tutor' en la parte inferior derecha y el botón del agente tutor en la parte inferior izquierda (ver figura 52).



**Figura 52.** Códigos script aceptados en Moodle

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Todo parecía funcionar de manera óptima, tal como se había comprobado en el sitio de prueba temporal. Sin embargo, al presionar el botón "TUTOR", surgió un inconveniente inesperado: la ventana emergente se desplegaba, pero no mostraba contenido alguno, ya que el video en línea no se reproducía. Se procedió a cerrar la ventana haciendo nuevamente clic en el botón, y al intentarlo de nuevo, finalmente apareció la solicitud para conceder permisos de acceso a la cámara web.

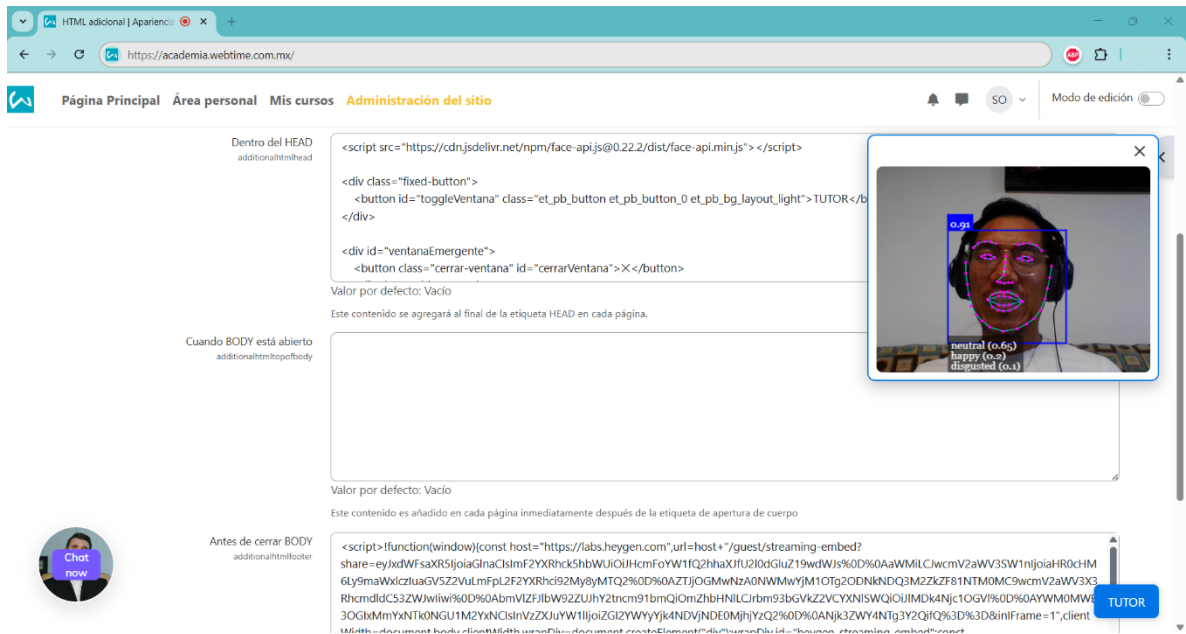
Una vez otorgados los permisos, el video comenzó a mostrarse, pero los marcadores de los modelos de reconocimiento facial seguían sin aparecer.

Ante esta situación, se intentó replicar la estructura de modelos y scripts utilizada en el sitio de prueba, realizando múltiples pruebas sin éxito. Se determinó que el problema principal radicaba en cómo se referenciaban los modelos dentro del servidor. En un primer intento, se modificaron las rutas de referencia de los modelos, pero aun así no se lograba acceder a ellos, lo que impedía la correcta visualización y funcionamiento del sistema de reconocimiento facial.

Esto motivó a realizar una nueva búsqueda para determinar la causa por la cual no se podía acceder a los modelos. El análisis reveló que el problema principal era que las librerías `face-api.js` y `face-api.min.js` no estaban siendo correctamente cargadas, lo que impedía que los modelos funcionaran.

Como solución, se decidió reemplazar las líneas de código que apuntaban directamente a los archivos alojados en el propio servidor, a una librería desde un CDN externo: `<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/face-api.js@0.22.2/dist/face-api.min.js"></script>`, garantizando así que las librerías estuvieran disponibles y se pudiera acceder a ellas sin restricciones.

Con esta modificación de la referencia de las librerías, los modelos de `face-api.js` y `face-api.min.js` pudieron cargarse correctamente, permitiendo que el sistema de reconocimiento facial funcionara tal como se esperaba, tal como se muestra en la figura 52.



**Figura 53.** Integración completa del agente tutor en Moodle

**Fuente:** Desarrollo personal (2025)

Como resultado, los marcadores faciales comenzaron a mostrarse sobre el rostro del estudiante en tiempo real durante la reproducción del video en streaming, y el análisis de expresiones se ejecutó de manera estable y confiable. Esta acción resolvió finalmente los problemas de integración, asegurando que el agente tutor virtual operara de manera completa dentro de Moodle, combinando tanto la interacción mediante el avatar como la detección de emociones del usuario de forma simultánea.

## 5. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Este apartado describe los resultados obtenidos durante la fase experimental del proyecto, en la cual se evaluó la funcionalidad e integración de los distintos componentes desarrollados: el sistema de reconocimiento facial, el agente tutor virtual interactivo y su incorporación en la plataforma Moodle. El propósito principal de esta etapa fue comprobar la operatividad técnica del sistema en un entorno real de aprendizaje, así como analizar su desempeño en términos de precisión y estabilidad. Las pruebas realizadas permitieron identificar tanto los logros alcanzados como las limitaciones encontradas.

Para describir esta sección, se analizarán tanto los objetivos particulares como el objetivo general de la investigación, con el propósito de delimitar los alcances y logros alcanzados durante el desarrollo del proyecto. Este análisis permitirá establecer en qué medida se cumplieron las metas planteadas inicialmente y cómo las estrategias metodológicas implementadas contribuyeron a los resultados obtenidos.

Asimismo, se reflexionará sobre los retos enfrentados a lo largo del proceso, considerando que la investigación se extendió más allá del tiempo originalmente previsto. Esta ampliación temporal permitió realizar pruebas adicionales, ajustes técnicos y validaciones complementarias que fortalecieron la solidez del modelo propuesto, otorgando una comprensión más profunda sobre la funcionalidad, aplicabilidad y potencial de mejora del agente tutor dentro de entornos virtuales de aprendizaje, aunque no haya sido suficiente para consolidar todos los objetivos del proyecto.

### 5.1 Logros alcanzados

En relación con los objetivos específicos, los resultados experimentales demuestran avances significativos en el desarrollo, configuración e integración del agente tutor dentro de un entorno educativo digital.

El primero de los objetivos específicos hace referencia a la identificación de los componentes fundamentales de las plataformas de aprendizaje. Este se considera un logro obtenido, ya que se realizó un análisis exhaustivo de las plataformas de gestión del aprendizaje (LMS) más utilizadas, comparando sus características técnicas, pedagógicas y de integración.

Como resultado de este estudio, se determinó que Moodle representaba la mejor opción, gracias a su naturaleza de código abierto, su alta compatibilidad con lenguajes web (PHP, JavaScript, MariaDB) y su arquitectura modular. Esta elección no solo permitió comprender con profundidad la estructura interna del sistema, sino también diseñar estrategias de integración del agente tutor que mantuvieran la estabilidad del entorno y aprovecharan las ventajas de personalización que Moodle ofrece.

El segundo de los objetivos específicos hace referencia a la identificación de eventos y condiciones para la intervención del agente tutor. Este también se considera un logro obtenido, ya que fue a partir de la observación y pruebas en escenarios simulados, que se definieron los eventos clave que activan la participación del agente tutor.

El primero de ellos es la activación del agente tutor mediante un botón manual, función que permite al estudiante decidir cuándo interactuar con él. Esta opción responde a la necesidad de brindar flexibilidad en el uso del sistema, ya que existen situaciones en las que el alumno puede requerir la asistencia del tutor virtual de manera directa, sin depender del análisis facial. Asimismo, esta alternativa resulta especialmente útil para aquellos casos en los que el estudiante utiliza equipos que carecen de cámara web o presentan limitaciones técnicas, garantizando así que el acceso al acompañamiento virtual no se vea restringido por condiciones de hardware.

La segunda opción, que constituye el enfoque prioritario del proyecto, se basa en la detección facial de las expresiones emocionales del estudiante. Este mecanismo posibilita que el agente tutor reconozca en tiempo real los estados emocionales manifestados durante el proceso de aprendizaje, favoreciendo una

interacción más humana y empática. La incorporación de esta funcionalidad permitió establecer un flujo de comunicación natural y responsivo entre el estudiante y el sistema, reforzando así la noción de un acompañamiento adaptativo y contextualizado a las necesidades del usuario durante el desarrollo de las actividades académicas. El tercero de los objetivos específicos hace referencia al desarrollo del modelo de agente tutor, el cual se materializó mediante la implementación de un prototipo funcional basado en tecnologías de inteligencia artificial y reconocimiento facial. Este modelo integra de manera coordinada diversos componentes del sistema, incluyendo la plataforma educativa Moodle, el curso diseñado, los desencadenantes de intervención del tutor, el sistema de reconocimiento de expresiones faciales y el propio agente tutor virtual.

La combinación de estos elementos dota al tutor de una capacidad de actuación adaptativa, permitiéndole responder en tiempo real a las condiciones del estudiante y al contexto de aprendizaje. Este comportamiento se regula mediante los parámetros establecidos en la base de conocimiento alojada en la plataforma HeyGen. Dicha base posibilita la gestión de las respuestas tutoriales y su vinculación con los contenidos del curso, lo que genera una interacción personalizada y alineada con los objetivos pedagógicos del entorno. En consecuencia, el sistema consolida una interacción más fluida y personalizada, lo que representa un logro técnico significativo: la construcción de un agente tutor capaz de integrarse de manera funcional y coherente en un ecosistema educativo.

El cuarto objetivo específico consiste en la integración y puesta en marcha del agente tutor en la plataforma Moodle. Este objetivo se fundamenta directamente en el anterior, ya que un modelado correcto tanto del flujo de información como de las herramientas consideradas sienta las bases para una incorporación exitosa.

No obstante, el proceso de implementación representó la etapa más demandante en términos de tiempo y recursos. Entre los principales desafíos superados destacan las limitaciones iniciales de compatibilidad con el código JavaScript. Para resolverlas, fue necesario realizar modificaciones directas tanto en la base de datos como en los archivos del sistema, lo que finalmente permitió

habilitar la ejecución del script del agente y establecer una comunicación estable con el sistema de reconocimiento facial. Las pruebas realizadas en condiciones controladas demostraron que el tutor es capaz de operar con fluidez, identificando al usuario y respondiendo a sus expresiones faciales en tiempo real.

En conjunto, estos logros validan la viabilidad técnica del proyecto y demuestran la capacidad de integración del agente tutor en un entorno educativo real, sentando las bases para futuras implementaciones a mayor escala.

## 5.2 Limitaciones encontradas

A pesar de los avances obtenidos, durante la fase experimental también se identificaron limitaciones técnicas y operativas que impidieron el cumplimiento total del objetivo general y del último objetivo específico, relacionado con la evaluación del impacto educativo del agente tutor.

Durante el proceso de implementación se detectó que existía interrupción del agente tutor entre páginas. Se observó que el agente tutor se cerraba al cambiar de una página a otra dentro de Moodle, debido a que el sistema actualiza la sesión y reinicia el entorno del navegador. Esto provocaba la pérdida de los datos de análisis facial y de las variables de sesión del tutor, imposibilitando la continuidad de la interacción y afectando la experiencia del usuario.

Aunado a lo anterior también se descubrió la dependencia de la visibilidad de la ventana emergente. El reconocimiento facial se detenía cuando el alumno cambiaba a otra aplicación o minimizaba la ventana del navegador. Esta condición limita la funcionalidad del sistema en contextos donde los estudiantes alternan entre recursos digitales, lo que impide un monitoreo continuo del comportamiento y atención del usuario.

Una de las limitaciones más relevantes identificadas durante el desarrollo fue la restricción impuesta por el entorno Moodle. Debido a sus medidas de seguridad, esta plataforma impide la ejecución directa de códigos externos en JavaScript, lo que dificultó considerablemente la integración de librerías esenciales como face-

api.js. Este tipo de restricciones se fundamenta en la protección de la integridad y privacidad del usuario, ya que el análisis de expresiones faciales puede interpretarse como un proceso sensible que involucra datos personales.

En consecuencia, Moodle bloqueaba no solo el código desarrollado, sino también cualquier script con funciones similares. Para superar esta limitación fue necesario realizar modificaciones avanzadas en la base de datos y en los archivos internos del sistema, con el fin de insertar el código de manera manual dentro de su estructura nativa. Si bien esta acción permitió la ejecución del módulo, también representó una intervención no convencional o “violenta” al núcleo del sistema.

Finalmente, la más importante de las limitaciones de la investigación fue la imposibilidad de realizar una evaluación con usuarios finales. Debido a las restricciones de tiempo personales y alcance del proyecto, no fue posible llevar a cabo pruebas de aceptación ni aplicar instrumentos de medición con estudiantes reales.

Esta situación impidió analizar indicadores clave como la participación, la satisfacción y la retención estudiantil, los cuales formaban parte del objetivo general y del último de los objetivos específicos, orientado a evaluar la influencia del agente tutor en el logro de los objetivos de aprendizaje. En efecto, aunque el desarrollo técnico y la integración funcional del sistema fueron satisfactorios, los resultados no permiten aún determinar su impacto pedagógico real ni su eficacia como herramienta para fomentar la permanencia estudiantil en entornos virtuales.

En consecuencia, si bien los resultados técnicos demuestran que la propuesta es viable y funcional en condiciones experimentales, aún se requiere una segunda fase de investigación enfocada en la evaluación pedagógica.

## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este apartado describe las conclusiones derivadas del desarrollo e implementación del proyecto, así como las perspectivas de trabajo futuro que se desprenden de los resultados alcanzados. En primer lugar, se presentan las reflexiones finales sobre los avances logrados en relación con los objetivos planteados, destacando los aportes técnicos, metodológicos y conceptuales obtenidos durante el proceso de investigación. Posteriormente, se exponen las líneas de mejora y continuidad que permitirían fortalecer el modelo propuesto, optimizar su desempeño e incrementar su aplicabilidad en contextos educativos reales. De esta manera, se busca ofrecer una visión integral que conecte los resultados actuales con las posibilidades de evolución y expansión del sistema en etapas posteriores.

El desarrollo de este proyecto permitió comprobar la viabilidad técnica y conceptual de integrar un agente tutor basado en inteligencia artificial dentro de un entorno educativo digital. A lo largo del proceso se logró articular distintos componentes tecnológicos, como: el reconocimiento facial, el análisis emocional a través de las expresiones faciales, la creación de un avatar interactivo y una plataforma educativa en Moodle.

La investigación demostró que es posible diseñar un modelo de tutor responsivo que, mediante el análisis de expresiones faciales y la interacción conversacional, contribuya al acompañamiento personalizado, que lo posiciona como un sistema funcional orientado a fortalecer la experiencia del estudiante.

Desde una perspectiva metodológica, el proyecto representó un ejercicio de integración interdisciplinaria que articuló componentes de la ingeniería de software, la inteligencia artificial y el diseño instruccional. El modelo metodológico propuesto para su desarrollo e implementación permitió establecer una ruta de trabajo estructurada, caracterizada por su flexibilidad y capacidad de adaptación a los resultados obtenidos en cada fase experimental. Este enfoque se sustentó en un proceso iterativo de experimentación, verificación y ajuste de los distintos módulos en entornos controlados, lo que permitió el perfeccionamiento gradual del sistema hasta alcanzar un nivel óptimo de operatividad técnica y coherencia pedagógica.

A nivel académico, la investigación pretende ser un aporte como una base conceptual y técnica para futuros desarrollos de agentes inteligentes orientados al acompañamiento educativo, destacando la importancia de incorporar tecnologías afectivas que reconozcan las emociones y respondan a las necesidades del estudiante en tiempo real.

Los resultados obtenidos evidencian que la integración de un agente tutor virtual con capacidades de reconocimiento facial en un entorno de aprendizaje en línea es técnicamente factible y conceptualmente sólida. Este logro representa un avance significativo hacia la incorporación de herramientas de inteligencia artificial en la educación digital, al demostrar la posibilidad de establecer una interacción más adaptativa y personalizada entre el estudiante y la plataforma. Asimismo, los hallazgos ofrecen una visión integral del comportamiento del prototipo y de su potencial para fortalecer los procesos de acompañamiento y retroalimentación en entornos educativos mediados por tecnología.

No obstante, las limitaciones identificadas evidencian la necesidad de desarrollar estrategias de persistencia de sesión y ejecución asíncrona que garanticen el funcionamiento continuo del tutor, sin depender del estado de la interfaz o de la interacción directa del usuario. La superación de estos desafíos será crucial para asegurar la escalabilidad y adaptabilidad del sistema en diversos contextos institucionales.

Aunado a lo anterior se exponen los retos inherentes a la implementación de sistemas inteligentes en plataformas educativas establecidas, especialmente en lo relativo a la compatibilidad, la seguridad y la privacidad de los datos. Aun con las limitaciones encontradas, el proyecto sienta las bases para nuevas investigaciones que busquen perfeccionar la interacción entre humanos y agentes virtuales en contextos educativos, favoreciendo experiencias de aprendizaje más personalizadas, empáticas y adaptativas.

## 7. FUENTES CONSULTADAS

- Amazon. (2023). ¿Qué es la IA generativa? Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/generative-ai/>
- Artiles-Rodríguez, J. G.-S.-P.-P. (2021). ). Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 62, 107-144. doi:<https://doi.org/10.12795/pixelbit.86171>
- Asociacion de internet. (15 de Diciembre de 1999). Obtenido de <https://www.asociaciondeinternet.mx/>
- Atkinson, R. (2002). Optimizing learning from examples using animated pedagogical agents. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 416–427. doi:<https://doi.org/10.1037/0022-0663.94.2.416>
- Balmaceda Castro, I., Salgado, C. H., Peralta, M., Sánchez, A., Fernández, M., Magaquian, J., & Fuentes, N. (2019). Experiencia de usuario en plataforma virtual de aprendizaje. In XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan), <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77104>.
- Banerjee, A. L. (2020). AI Enabled Tutor for Accessible Training. *Artificial Intelligence in Education*, 12163, 29-42. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_3)
- Bond, M. P. (2021). Why Use Virtual Tutors. In: *Teaching Skills with Virtual Humans. Cognitive Science and Technology*. Springer, Singapore, 5-6. doi:[https://doi.org/10.1007/978-981-16-2312-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-16-2312-7_2)
- Brocke, J. S. (2009). Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. *European Conference on Information Systems.*, 1-15. Obtenido de <https://aisel.aisnet.org/ecis2009/161>
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 87–110. doi:<https://doi.org/10.1023/A:1011143116306>
- Buil, I., Hernández, B., & Sesé, F. (2012). Los foros de discusión y sus beneficios en la docencia virtual: recomendaciones para un uso eficiente. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 131-143. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81824123012>
- Caballé, S. C. (2021). Evaluation on Using Conversational Pedagogical Agents to Support Collaborative Learning in MOOCs. *International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing*, 158, 199–210. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-61105-7\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61105-7_20)
- Cabanelas, J. (2019). Inteligencia artificial ¿Dr. Jekyll o Mr. Hyde? *Mercados y Negocios*, 5-22. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571860888002>

- Cacciavillani, M. (11 de 01 de 2024). comparasoftware. Obtenido de Blog comparasoftware: <https://blog.comparasoftware.com/plataformas-educativas/>
- Caparrós, M. (2024). trespuntoelearning. Obtenido de Importancia de la experiencia de usuario (UX) en e-learning: <https://www.trespuntoelearning.com/importancia-experiencia-usuario-ux-elearning/>
- Captera. (27 de 04 de 2022). Captera.com. Recuperado el 25 de 04 de 2022, de Learning management system software: <https://www.capterra.com/learning-management-system-software/#shortlist>
- Carrizo, D. &. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 45-54. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000500045>
- Carvalho, E. M. (2019). Virtual Tutor: A Case of Study in University Aberta. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 850. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-02351-5\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02351-5_53)
- Cerón Martínez, A. U., Veytia Bucheli , M. G., & Guerrero Azpeitia, L. A. (2017). La construcción del objeto de estudio. Algunas relaciones a considerar. *Praxis Sociológica*, 22. Obtenido de [www.praxisociologica.es](http://www.praxisociologica.es)
- Chan Núñez, M. E. (2006). Investigación de la educación virtual. Un ejercicio de construcción metodológica. Mexico: UDG Virtual. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1846>
- Classroom, G. (2023). Classroom. Obtenido de [https://edu.google.com/intl/ALL\\_mx/workspace-for-education/classroom/#:~:text=Donde%20se%20unen%20la%20ense%C3%B1anza,los%20estudiantes%20para%20el%20futuro.](https://edu.google.com/intl/ALL_mx/workspace-for-education/classroom/#:~:text=Donde%20se%20unen%20la%20ense%C3%B1anza,los%20estudiantes%20para%20el%20futuro.)
- Comfy. (2025). Comfy. Obtenido de <https://docs.comfy.org/>
- Cooper, H. (1988). Organizing knowledge syntheses: A taxonomy of literature reviews. *Knowledge in Society*(104), 104-126. doi:<https://doi.org/10.1007/BF03177550>
- Cuantindioy, J., González, L., Muñoz, J. D., & Díaz, I. (2019). Plataformas virtuales de aprendizaje: Análisis desde su adaptación a estilos de aprendizaje. *Revista Venezolana de Gerencia*, 458-501. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29063446026>
- Cunningham, K. L. (2019). valuating the Effect of Clothing and Environment on the perceived Personality of Virtual Avatars. In *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA '19)*, 2006-2008. doi:<https://doi.org/10.1145/3308532.3329425>

- Dalipi F, Z. K. (2021). Sentiment Analysis of Students' Feedback in MOOCs: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4(728708), 1-13. doi:doi: 10.3389/frai.2021.728708
- Diagramasuml. (2017). ¿Qué es UML? . Obtenido de <https://diagramasuml.com/>
- Domínguez Gutiérrez, M. S. (2007). Reflexiones en torno a la construcción del objeto de estudio. *El Ágora USB*, 7(1), 19–33. doi:<https://doi.org/10.21500/16578031.1638>
- DreamBox. (04 de 09 de 2023). DreamBox. Obtenido de <https://www.dreambox.com/teacher/solutions/spanish>
- Durlak, J. A. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child development*, 405-432. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>
- Ekman, P. &. (1981). Expresiones faciales de la emoción. *Estudios de psicología*, 115-144. Obtenido de Recuperado de sitio web: [http://www.academia.edu/download/49320332/Paul\\_Ekman\\_-\\_Estudio\\_Expresiones\\_Faciales\\_De\\_La\\_Emocion.pdf](http://www.academia.edu/download/49320332/Paul_Ekman_-_Estudio_Expresiones_Faciales_De_La_Emocion.pdf)
- Elias, M. J. (1997). Promoting social and emotional learning: Guidelines for educators. Alexandria, Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=TI\\_gEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Promoting+social+and+emotional+learning:+Guidelines+for+educators.+Association+for+Supervision+and+Curriculum+Development.&ts=hYCjWsMSWK&sig=\\_bhiWi\\_KYLkPZzbucMsKr5LWbXg#v=onepag](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=TI_gEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Promoting+social+and+emotional+learning:+Guidelines+for+educators.+Association+for+Supervision+and+Curriculum+Development.&ts=hYCjWsMSWK&sig=_bhiWi_KYLkPZzbucMsKr5LWbXg#v=onepag)
- Etecé. (5 de 08 de 2021). Conepto. Obtenido de Deserción Escolar - Concepto, causas, consecuencias y cómo evitarla: <https://concepto.de/desercion-escolar/>
- Fernández, J. G. (15 de 11 de 2023). Expansión. Obtenido de El auge de la IA generativa dispara el valor de las start up: ¿hacia una nueva burbuja?: <https://www.expansion.com/economia-digital/2023/11/15/6554f9bfe5fdea012c8b474c.html>
- García-Peñalvo, F. J. (2019). Sistemas educativos adaptativos. Personalización de la educación educación. *Sistemas educativos adaptativos. Personalización de la. Salamanca, España.* doi:10.5281/zenodo.3247925
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Desarrollo de estados de la cuestión robustos: Revisiones Sistemáticas de Literatura. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 23. doi:<https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- Garvey, W. D. (1971). Scientific communication: Its role in the conduct of research and creation of knowledge. *American Psychologist*, 26(4), 349-362. doi:<https://doi.org/10.1037/h0032059>

- Gatica Lara, F. &. (2012). E-learning en la educación médica. *Revista de la Facultad de Medicina*, 27-37. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422012000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422012000200005&lng=es&tlng=es)
- Gavin, M. (2023). kidshealth. Obtenido de Elegir tu estado de ánimo: <https://kidshealth.org/es/teens/choose-mood.html>
- Gioconda Riofrío-Calderón, M.-S. R.-M.-J.-C. (2021). Data Analytics for Predicting Dropout. In Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, 600-6006. doi:<https://doi.org/10.1145/3486011.3486522>
- González, H. &. (2008). Modelo dinámico del estudiante en cursos virtuales adaptativos utilizando técnicas de inteligencia artificial. *Avances en Sistemas e Informática*, 5(1), 199-206. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70148>
- Google. (2023). Google. Obtenido de Ejemplos de IA generativa: <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai?hl=es>
- Greenberg, M. W. (2003). Enhancing School-Based Prevention and Youth Development through Coordinated Social, Emotional, and Academic Learning. *American Psychologist*, 466-474. doi:<https://doi.org/10.1037/0003-066X.58.6-7.466>
- Hardy, T. (2001). IA: Inteligencia Artificial. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1-23. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500219>
- Herrada, H. &. (2018). Aprendizaje cooperativo a través de las nuevas tecnologías: Una revisión. *tic revista d'innovació educativa*, 16-25. doi:<https://doi.org/10.7203/attic.20.11266>
- HeyGen. (2025). Obtenido de HeyGen: <https://www.heygen.com/>
- Humphrey, W. S. (2005). *Psp (sm): a self-improvement process for software engineers*. Addison-Wesley Professional.
- Humphrey, W. S. (2018). *The Personal Software Process (PSP)*. Carnegie Mellon University. Report., 1-55. doi:<https://doi.org/10.1184/R1/6585197.v1>
- INEE. (09 de 04 de 2019). Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Obtenido de Retos del sistema educativo nacional, evitar la deserción y los bajos aprendizajes en la educación obligatoria: <https://www.inee.edu.mx/retos-del-sistema-educativo-nacional-evitar-la-desercion-y-los-bajos-aprendizajes-en-la-educacion-obligatoria-sylvia-schmelkes/>
- Intel. (2023). Capture el poder de la IA generativa. Obtenido de <https://www.intel.la/content/www/xl/es/artificial-intelligence/generative-ai.html>

- Jain, A. K. (2011). Introduction to Biometrics. New York, USA: Springer Ciencia y Medios Empresariales. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=ZPt2xrZFtzkC>
- León , M. (9 de Agosto de 2025). Academia Webtime. Obtenido de <https://academia.webtime.com.mx/>
- LeonardoAI. (2025). Leonardo AI. Obtenido de <https://app.leonardo.ai/>
- León-Nájera, M. (20 de 10 de 2021). Diseño del algoritmo del perfil del estudiante con inteligencia artificial, integrando el reconocimiento facial. Tesis de la Maestría en Ciencias de la Computación. Estado de México, México. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/112765>
- Levy, Y. &. (2006). A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. Informing Sci. Int. J. an Emerg. Transdiscipl., 9, 181-212. doi:<https://doi.org/10.28945/479>
- Lucidchart. (2023). Qué es el lenguaje unificado de modelado (UML). Obtenido de Lucid Software Inc.: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-el-lenguaje-unificado-de-modelado-uml>
- Mehdi Alaimi, E. L.-Y. (2020). Agentes Pedagógicos para el Fomento de la Habilidad de Preguntar en los Niños. En Actas de la Conferencia CHI 2020 sobre factores humanos en sistemas informáticos. Association for Computing Machinery, Nueva York, NY, EE. UU, 1–13. doi:<https://doi.org/10.1145/3313831.3376776>
- Melo, M. F. (26 de 04 de 2023). Statista. Obtenido de Los seis unicornios IA: <https://es.statista.com/grafico/29861/esta-infografia-muestra-la-valoracion-de-las-seis-empresas-de-ia-generativa-con-estatus-de-unicornio/>
- Mena Roa, M. (19 de Mayo de 2020). World Economic Forum. Obtenido de <https://es.weforum.org>: <https://es.weforum.org/agenda/2020/05/en-que-paises-son-mas-populares-los-cursos-en-linea/>
- Mendizábal, M., & Valenzuela, R. (2015). Plataformas libres para la educación mediada por las TIC. México: Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia. Obtenido de [https://seminarioplataformas.cuaed.unam.mx/sites/default/files/plataformas.l ibres.para.la.educacion.mediada.por.las.TIC.pdf](https://seminarioplataformas.cuaed.unam.mx/sites/default/files/plataformas.libres.para.la.educacion.mediada.por.las.TIC.pdf)
- Microsoft. (19 de 1 de 2024). Aprendizaje profundo frente a aprendizaje automático en Azure Machine Learning. Obtenido de <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning?view=azureml-api-2>
- Moodle. (04 de 09 de 2022). Moodle. Obtenido de Moodle: <https://moodle.org/?lang=es>

- Moodle. (27 de Septiembre de 2024). Ayuda para la instalación y actualización. Obtenido de Javascript en una página no funciona: <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=462411>
- Mora-Vicarioli, F., & Hooper-Simpson, C. (2016). Collaborative Work in Virtual Learning Environments: Some Reflections and Prospects of Students. *Revista Electrónica Educare*, 1-26. doi:<https://doi.org/10.15359/ree.20-2.19>
- Mühler, V. (22 de 03 de 2020). Github. Obtenido de justadudewhohacks: <https://github.com/justadudewhohacks/face-api.js>
- Núñez, I., Míguez, M., & Seoane, G. (2016). Wikis en Moodle: la mirada de estudiantes y docentes. *Educación química*, 257-263. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.08.001>
- Oviedo, M. M. (Agosto de 2020). Las plataformas educativas en la pandemia ¿solución o reproducción de las desigualdades? (M. Schenone, Ed.) *Tramando revista*. Recuperado el 24 de 04 de 2022, de <https://www.tramared.com/revista/items/show/62>
- Oxford. (2022). *oxfordlearnersdictionaries*. Obtenido de [oxfordlearnersdictionaries](https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/):
- Palomera, I. (19 de 10 de 2023). Forbes. Obtenido de Más allá del hype de la inteligencia artificial generativa: otras IA ya generan beneficios tangibles: <https://www.forbes.com.mx/mas-alla-del-hype-de-la-inteligencia-artificial-generativa-otras-ia-ya-generan-beneficios-tangibles/>
- Pérez, H. C. (1999). El reconocimiento de la expresión facial de las emociones. *Salud Mental*, 17-23. Obtenido de <https://n9.cl/sc73z>
- Pomeraz, D. (11 de 2011). Métodos de evaluación. Obtenido de Harvard Business School, Boston: [https://www.hbs.edu/ris/Supplemental%20Files/Metodos-de-Evaluacion-de-Impacto\\_50067.pdf](https://www.hbs.edu/ris/Supplemental%20Files/Metodos-de-Evaluacion-de-Impacto_50067.pdf)
- Recfaces. (26 de 04 de 2021). Recfaces. Recuperado el 15 de 02 de 2023, de Reconocimiento de emociones: <https://recfaces.com/es/articles/reconocimiento-de-emociones>
- Red-Hat. (03 de 04 de 2023). El deep learning. Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/digital-transformation/what-is-deep-learning>
- Red-Hat. (12 de 03 de 2024). ¿Qué es la inteligencia artificial generativa? Obtenido de <https://www.redhat.com/es/topics/ai/what-is-generative-ai>
- Rubio-Jordán, A. V. (2011). El uso de plataformas sincrónicas aplicadas a la enseñanza del periodismo. *Vivat Academia*, 1216-1225. doi:<https://doi.org/10.15178/va.2011.117E.1216-1225>
- S. D'Mello, R. W. (2007). Toward an Affect-Sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems*, 22(4), 53-61. doi:<https://doi.org/10.1109/MIS.2007.79>

- Sachdeva, S., Singh, M., Kumar, N., & Goswami, P. (2022). Personalized E-Learning Based on Ant Colony Optimization. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 115-134. doi:<https://doi.org/10.1142/S0218488522500064>
- Sáez, J. M. (Enero de 2014). Valoración de los obstáculos, ventajas y prácticas del e-learning: un estudio de caso en Universidades Iberoamericanas. *Educatio Siglo XXI*.(32), 195-220. doi:10.6018/j/202221
- Sánchez, R. J. (2009). Plataformas de enseñanza virtual para entornos educativos. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(34), 217-233. Recuperado el 24 de 04 de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/368/36812036015.pdf>
- Santander. (10 de 10 de 2022). Empresas unicornio: el nuevo sueño de los emprendedores. Obtenido de <https://www.santander.com/es/stories/empresas-unicornio>
- SEP. (2022). Prepa en Línea. Obtenido de <https://prepaenlinea.sep.gob.mx/perfiles-de-la-comunidad/tutores-escolares/>
- Serna, R., & Alvites-Huamaní, C. (2021). Plataformas Educativas: Herramientas digitales de mediación. *Hamut'ay*, 66-74. doi:<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v8i3.2347>
- Stan Z. Li, A. K. (2011). *Handbook of Face Recognition*. London: Springer London. doi:<https://doi.org/10.1007/978-0-85729-932-1>
- Statista. (10 de 2020). Tipos de plataformas de aprendizaje en línea más utilizadas durante el cierre de escuelas por la pandemia por COVID-19 en América Latina y el Caribe en 2020. Obtenido de [es.statista.com: https://es.statista.com/estadisticas/1240774/plataformas-educacion-en-linea-pandemia-covid-19-america-latina-tipo/](https://es.statista.com/estadisticas/1240774/plataformas-educacion-en-linea-pandemia-covid-19-america-latina-tipo/)
- Themes, M. (2025). Almond Responsive Moodle Theme. Obtenido de [https://moodle.org/plugins/theme\\_almondb](https://moodle.org/plugins/theme_almondb)
- Torraco, R. J. (2005). Writing Integrative Literature Reviews: Guidelines and Examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356–367. doi:<https://doi.org/10.1177/1534484305278283>
- Turk, M. &. (1991). Eigenfaces for recognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 71–86. doi:<https://doi.org/10.1162/jocn.1991.3.1.71>
- Vélez, J. B. (11 de 11 de 2009). Entorno de aprendizaje virtual adaptativo soportado por un modelo de usuario integral. Girona, España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/7607>
- Zurita Cruz, C. (2020). Critical analysis of virtual learning environments. *ZENODO*, 33-47. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.4278319>