



CLEO, una asistente virtual como recurso educativo en el ámbito matemático

TRABAJO DE FINAL DE MÁSTER

Autora: Natalia Adriana Bottelli Benítez

Tutora: Dra. Franciele Corti

Máster universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Año: 2024

DECLARACIÓN

Declaro que el material de este documento, que ahora presento, es fruto de mi propio trabajo. Cualquier ayuda recibida de otras personas ha sido citada y reconocida dentro de este documento. Hago esta declaración sabiendo que incumplir las normas relativas a la presentación de trabajos puede acarrear consecuencias graves. Soy consciente de que el documento no se aceptará salvo que se entregue con esta declaración.



Firma:

Natalia Adriana Bottelli Benítez

Nunca le dije a alguien que no podía hacerlo (...). Incluso si en algún momento lo dudas, no debes perder la esperanza.

Margaret Hamilton

Resumen

El fenómeno ChatGPT como tecnología emergente, resulta un recurso significativo tanto a estudiantes como a docentes, posicionándose como una herramienta clave en la transformación de los procesos educativos, facilitando el aprendizaje personalizado y enriqueciendo la dinámica pedagógica. Este trabajo presenta a CLEO, una asistente IA basada en ChatGPT personalizado, diseñada como una herramienta educativa para dar apoyo en la preparación de pruebas matemáticas. CLEO no solo responde en múltiples idiomas y explica ejercicios con precisión, sino que también genera ejemplos adicionales. Más allá de ser un recurso práctico, el proyecto busca capacitar e inspirar a los docentes, ofreciéndoles una guía clara y accesible para que puedan integrar la inteligencia artificial en sus clases.

Resum

El fenomen ChatGPT com a tecnologia emergent, resulta un recurs significatiu tant a estudiants com a docents, posicionant-se com una eina clau en la transformació dels processos educatius, facilitant l'aprenentatge personalitzat i enriquint la dinàmica pedagògica. Aquest treball presenta a CLEO, una assistent IA basada en ChatGPT personalitzat, dissenyada com una eina educativa per a donar suport en la preparació de proves matemàtiques. CLEO no sols respon en múltiples idiomes i explica exercicis amb precisió, sinó que també genera exemples addicionals. Més enllà de ser un recurs pràctic, el projecte busca capacitar i inspirar als docents, oferint-los una guia clara i accessible perquè puguin integrar la intel·ligència artificial en les seves classes.

Abstract

The ChatGPT phenomenon, as an emerging technology, is a significant resource for both students and teachers, positioning itself as a key tool in the transformation of educational processes, facilitating personalized learning and enriching the pedagogical dynamics. This paper presents CLEO, an AI assistant based on personalized ChatGPT, designed as an educational tool to support math test preparation. CLEO not only responds in multiple languages and explains exercises accurately, but also generates additional examples. Beyond being a practical resource, the project seeks to empower and inspire teachers by providing them with clear and accessible guidance on how to integrate artificial intelligence into their classrooms.

Palabras clave / Paraules clau / Keywords

Inteligencia Artificial / Intel·ligència Artificia I/ Artificial Intelligence - Aprendizaje automático / Aprenentatge automàtic/ Machine learning – Chatbot / Xatbot / Chatbot – GPT personalizado / GPT personalitzat / Custom GPT - Aprendizaje adaptativo / Aprenentatge adaptatiu / Adaptive learning

Índice

Introducción	7
1 Marco teórico	11
1.1 Fundamentos teóricos	11
1.1.1 Alan Turing (1912-1954) y los inicios de la IA (1900-1956).....	11
1.1.2 Inteligencia Artificial – Edad de oro (1956 a 1973).....	13
1.1.3 Redes Neuronales.....	14
1.1.4 OpenAI	15
1.2 Estado de la situación actual	18
1.2.1 Beneficios de la Inteligencia Artificial en la Educación (IAE)	20
1.2.2 Inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas	20
1.2.3 Limitaciones de la IAE	23
1.3 Metodologías activas de aprendizaje a través de IA	24
1.3.1 Aprendizaje personalizado vs aprendizaje adaptativo.....	25
1.3.2 ChatGPT y la Teoría constructivista	26
1.4 Cuestiones éticas	28
2 Contexto de la propuesta de intervención, análisis de necesidades.....	31
2.1 Explicación del Contexto donde se lleva a cabo la Intervención	31
2.2 Análisis de Necesidades.....	31
3 Diseño de la intervención	32
3.1 FASE 1: diseño y entrenamiento de un tutor virtual	33
3.2 FASE 2: integración del chatbot	37
3.2.1 Presentación de CLEO al grupo clase	40
4 Resultados obtenidos y evaluación de la propuesta.....	41
Conclusiones	45
Limitaciones.....	45
Propuestas de mejoras	46
Primera prospección	46
Segunda prospección	47
Tercera prospección	48
Bibliografía.....	51

Anexos	59
--------------	----

Índice de Figuras

Figura 1 Subconjuntos de la IA.....	16
Figura 2 Aprendizaje automático vs aprendizaje profundo	17
Figura 3 Cómo funciona un Chatbot	19
Figura 4 Usuarios únicos de ChatGPT en España por edad	19
Figura 5 Interfaz de la herramienta IA de Khan Academy, Khanmigo.....	22
Figura 6 Nicolau: GPT personalizado	22
Figura 7 Esquema de proyecto en la Fase 1	34
Figura 8 Vista del Constructor de GPT	35
Figura 9 Espacio de trabajo en botpress	36
Figura 10 Esquema del proyecto en fase 2	38
Figura 11 Página de inicio del proyecto.....	39
Figura 12 Capa de control	39
Figura 13 Página del chatbot.....	40
Figura 14 Historial de conversación plataforma OpenAI	43
Figura 15 Historial de conversaciones en botpress	43
Figura 16 Analítica de mensajes del chatbot mes de abril 2024	46
Figura 17 Primera prospección.....	47
Figura 18 Segunda prospección.....	48
Figura 19 Tercera prospección.....	49

Índice de Tablas

Tabla 1 Recursos que utilizan IA	21
----------------------------------------	----

Introducción

30 de noviembre de 2022. Esta es la fecha del lanzamiento mundial de ChatGPT, el chatbot desarrollado por OpenAI, que puede dialogar con los usuarios ofreciendo respuestas contextualmente relevantes y coherentes. Desde entonces mucho está cambiando en nuestras vidas, aunque, curiosamente, aquel día no hubiera espacio para ChatGPT en ninguna de las portadas de los principales diarios de España. No obstante, poco tardaría en llegar el shock mediático.

Sin embargo, desde entonces la inteligencia artificial (a partir de ahora, IA) ha demostrado ser un recurso innovador y disruptivo, con un inmenso campo de aplicaciones, aún por explorar. Es el caso de la Educación, sector en el que la IA es una oportunidad para la personalización de la enseñanza de sus diversos contenidos y materias.

En una sociedad inmersa en un creciente desarrollo tecnológico, que condiciona prácticamente todos los ámbitos de la vida, resulta necesario el conocimiento básico del uso y funcionamiento de la IA desde una perspectiva educativa y formativa que prepare a los alumnos y a las alumnas para el mundo que les rodea.

Durante siglos ha estado presente en la historia la idea de crear máquinas que pudieran emular al cerebro y potenciar las capacidades intelectuales de los seres humanos. No obstante, ya la propia escritura fue una herramienta que surgió por la necesidad humana de recordar datos que le permitieran administrar los recursos de sus crecientes comunidades; en otras palabras, por la necesidad de mejorar las técnicas de memoria y generar conocimiento.

Los primeros sistemas de escritura datan de la última mitad del IV milenio a. C. en Sumeria (Escolar, 1984). Desde entonces, su conocimiento aseguró oportunidades y una buena posición social a aquellos grupos de hombres capaces de utilizarla. Después aparecerían los sistemas de conteo que derivarían, por ejemplo, en el ábaco, el ingenio precursor de la calculadora digital, desarrollado a lo largo del primer milenio a. C y utilizado en diversas culturas (Ifrah, 1997). Las bibliotecas de la antigüedad o la labor intelectual adscrita a menudo a importantes centros religiosos nos muestran el valor que se les dio a estos recursos, hasta el punto de que la lucha contra el analfabetismo se convirtió con el tiempo en una conquista social. Ya en nuestros días, podemos interpretar claramente la similitud que existe entre el analfabetismo y la brecha digital.

De ahí que el deseo de conocer más a fondo la IA como una nueva tecnología que ha irrumpido nuestras vidas, haya motivado el desarrollo del trabajo, constituyendo todo un reto personal el poder poner en marcha una asistente virtual completamente operativa y en funcionamiento. El contexto educativo donde se llevará a cabo el estudio, es un grupo de estudiantes que están preparando las Pruebas de Acceso al Grado Superior en el Centro de Formación de Adultos del municipio de Cornellá de Llobregat. Como estrategia de preparación de las pruebas se implementará un chatbot como tutor digital disponible 24/7.

Este Trabajo Final de Máster pretende así, explorar los beneficios y potencialidades de la IA, al desarrollar una herramienta mediante el uso del modelo de lenguaje GPT (Generative Pretrained Transformer). El despliegue de esta herramienta IA tiene por objetivo dar apoyo a los estudiantes, ya que el bot¹ se entrenará con contenido específico de los exámenes que llevarán a cabo en el mes de mayo. Se les permitirá tener libertad para explorar sus intereses, mejorar sus carencias e ir a un ritmo de aprendizaje individualizado.

En la actual etapa de la IA, que pone al alcance de cualquier persona esta tecnología, se abre la posibilidad de diseñar y, fundamentalmente, materializar proyectos en numerosos campos de la enseñanza. Habrá tantos como docentes que se animen a crear y entrenar sus propias inteligencias artificiales.

Las preguntas que motivan a seguir escribiendo y que el lector podrá acompañar en el descubrimiento de esta asombrosa herramienta, es si de verdad es una tecnología tan accesible que cualquier docente, aún sin experiencia, pueda construir un producto final.

Para situar al lector, se realizará un breve repaso a la evolución histórica de la IA, y se profundizará en las redes neuronales plasmando cómo trabaja una pequeña red neuronal con un sencillo ejemplo de selección de enunciados matemáticos. Las herramientas y recursos de IA que se utilizan para el desarrollo del proyecto están estrechamente vinculados con el contexto histórico actual. El marco temporal del proyecto se sitúa previo a la última actualización de OpenAI implementada el 13 de mayo de 2024.

La experiencia de uso de herramientas de IA a nivel usuario permitirá comprender cómo los datos, al ser incorrectos o no equilibrados, derivan en la presencia de todo tipo de prejuicios. Este conocimiento proporcionará una visión crítica de las limitaciones de los sistemas de IA y cómo, a partir de este entendimiento, se podrán proponer soluciones que corrijan el sesgo.

Isaac Asimov, referente en el campo de la ciencia ficción, es el hombre que estableció las tres leyes de la robótica², que constituyen la base de cualquier código ético en robótica e IA. *Yo, robot*, escrita en 1950 y llevada al cine en 2004, invita a reflexionar sobre los dilemas morales que plantea el autor (García Manrique, 2007). El tratamiento de los datos que estos sistemas hacen y las implicancias éticas de su uso son cuestiones actualmente pendientes, como se verá.

Se pondrá en evidencia qué tecnologías están empleando IA en el sector educativo y, en especial, aquellas que se están aplicando en el área de ciencias. Finalmente, se arriba a herramientas de Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP por sus siglas en inglés) y, en particular, la plataforma estrella de OpenAI: ChatGPT. Durante la lectura del trabajo se podrá descubrir cómo se crea un asistente personalizado

¹ El término bot, así como otros términos tecnológicos se definen en el Glosario disponible en el Anexo I.

²

1. Un robot no puede dañar a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe obedecer las órdenes que le den los seres humanos, excepto cuando tales órdenes entren en conflicto con la Primera Ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia siempre que dicha protección no entre en conflicto con la Primera o Segunda Ley

mediante esta tecnología y cómo se puede implementar una interfaz concreta. Asimismo, se verá cómo se puede beneficiar el alumnado y el profesorado de la utilización de un chatbot, las interacciones posibles, los datos intercambiados y los costes que implican poner en marcha un proyecto de IA.

1 Marco teórico

Las primeras máquinas de calcular datan del siglo XVII. La “pascalina”, inventada en 1642 por *Blaise Pascal* (1623-1662), que funcionaba a base de ruedas y engranajes, fue la primera calculadora y es considerada como el origen remoto del actual ordenador (López del Paso, 2015).

Ya en el siglo XIX encontramos la “máquina analítica”, creada y desarrollada por el profesor británico *Charles Babbage*. Este instrumento, que representa un hito en la historia de la informática, funcionaba a vapor y, para la entrada de datos, se empleaba un sistema de tarjetas perforadas que derivaba de los telares Jacquard (López, 2022).

Motivada por la amistad con el profesor *Babbage*, *Augusta Ada King*, Condesa de Lovelace (más conocida como *Ada Lovelace*), también matemática, comienza una estrecha colaboración en el desarrollo de la máquina, gracias a la cual crea complicados algoritmos para calcular los números de Bernoulli. En reconocimiento a su aportación, es considerada como la primera programadora de la historia (MNCN, s.f.).

De las evidencias anteriores, se puede deducir que la idea de crear máquinas que pudieran emular al cerebro humano ha estado presente a lo largo de la historia. En cada época se han intentado construir máquinas con las tecnologías existentes, como también se han escrito obras literarias que exploraban el campo. Las novelas de Julio Verne son claro ejemplo o *Frankenstein* (1818). Mary Shelley explora la creación artificial de la vida y las complejidades éticas que conlleva, algo que, continúa siendo objeto de debate en el momento actual.

Basándose en estas ideas, se quiere resaltar que los fundamentos teóricos de la IA no han partido de cero, sino que existieron numerosos antecedentes que han permitido su desarrollo posterior.

1.1 Fundamentos teóricos

1.1.1 *Alan Turing (1912-1954) y los inicios de la IA (1900-1956)*

El robot humanoide de *Metrópolis* (1927) o el hombre de hojalata del *Mago de Oz* (1939) como protagonistas de cine de ciencia ficción de la primera mitad de siglo XX, hicieron que los conceptos de robot e IA fueran conocidos por la sociedad de la época (Rockwell, 2017).

Además de los personajes presentes en el séptimo arte, a principios del siglo XX se existían artilugios como “El ajedrecista” creado en 1912 y que fuera presentado en la Feria de París en 1914 por Leonardo Torres Quevedo. Se trataba de un autómatas capaz de jugar al ajedrez, programado con algoritmos muy simples, constituyendo un adelanto en el campo de la automatización.

Como jugador aficionado, *Alan Turing* publica en 1952 un programa para jugar al ajedrez denominado "máquina de papel", dado que no existía por entonces una máquina capaz de ejecutar el código que concibió. Este algoritmo, que fue utilizado solamente en dos partidas, es considerado como el primer programa de computadora para jugar ajedrez de la historia (Norman, 2024).

El hecho de que el matemático y lógico, *Alan Turing* tenga un sitio destacado en la historia, es porque sus trabajos de investigación influyeron en el desarrollo de los lenguajes de programación, los algoritmos y en el diseño de los ordenadores modernos. Se cuestionaba sobre ideas innovadoras que hoy serían consideradas normales, pero que a principios del siglo XX no eran tan corrientes.

Después de una pérdida personal, realizó un análisis brillante que tendría una relevancia extraordinaria y por el que, entre otras cosas, es considerado el precursor de la IA. Tras la muerte de su mejor amigo, a edad muy temprana, surge una pregunta que lo lleva a dedicar buena parte de su vida a investigar filosófica, matemática y científicamente la mente humana: ¿Puede la mente seguir viviendo sin su cuerpo? (Blackemore, 2023).

Ya en su famoso artículo, *On Computable Numbers, with an application to the Entscheidungsproblem*, (Turing, 1937) da respuesta a la última de las tres preguntas sobre matemáticas planteadas por David Hilbert en 1928, ¿es la matemática decidible? En él, primero definía un modelo de máquina (más tarde conocida como Máquina de Turing) y, seguidamente, introducía el concepto de "máquina universal", esto era, una máquina que podía tomar datos de otras máquinas y comportarse como ellas. La importancia de este trabajo radica en el hecho de que se asienta por primera vez la teoría de la computación, con el consiguiente impacto directo en el desarrollo de la informática.

Hoy en día, con los documentos confidenciales desclasificados, se reconoce el papel fundamental que *Alan Turing* desempeñó durante la segunda guerra mundial. En 1939, se incorpora como criptoanalista, al centro operativo de los aliados conocido como *Bletchley Park*. Trabajó en el desarrollo de métodos y máquinas para descifrar los códigos de comunicación del enemigo. Asimismo, es importante destacar el papel significativo de la mujer en la operación secreta, ya que el 75% del personal destinado a descifrar códigos eran mujeres (Muniozguren, 2022).

Su siguiente artículo giró en torno a investigar cómo una máquina podría resolver problemas y tomar decisiones. Partiendo de la hipótesis de que los humanos utilizan la información disponible para ello, se preguntó, ¿por qué las máquinas no podían hacer lo mismo? Este fue el marco teórico del artículo de 1950, *Computing machinery and Intelligence*, en el que discutía cómo construir máquinas inteligentes y cómo probar su inteligencia. También, propone el famoso "Test de Turing" como criterio para evaluar la inteligencia de una máquina (Rockwell, 2017).

Turing sienta las bases teóricas para el desarrollo de la inteligencia artificial, sin embargo, el término "Inteligencia Artificial" (IA en acrónimo) es utilizado por primera vez en la Conferencia de Darmouth en 1956 por el matemático *John Mc Carthy* (Pajuelo y Álvarez García, 1999).

1.1.2 Inteligencia Artificial – Edad de oro (1956 a 1973)

Proponemos que durante el verano de 1956 se lleve a cabo un estudio sobre inteligencia artificial con 10 personas y dos meses de duración en el Dartmouth College de Hanover, New Hampshire.

El estudio debe proceder sobre la base de la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse con tanta precisión que se puede construir una máquina para simularlo. Se intentará encontrar cómo hacer que las máquinas utilicen el lenguaje, formen abstracciones y conceptos, resuelvan tipos de problemas ahora reservados a los humanos y mejoren a sí mismas. (McCarthy y otros, 2006, p. 12)

Acuña de esta manera McCarthy el concepto de inteligencia artificial, entendiéndose como tal a la máquina capaz de ejecutar acciones sólo realizables por humanos hasta ese momento. Considerada como el evento fundacional de la IA como disciplina científica, la Conferencia de Dartmouth inicia la era dorada de la IA. Por entonces, la situación era optimista y la financiación de investigaciones en el campo importantes.

Entre los organizadores, además del profesor McCarthy, se encontraba el matemático y científico cognitivo *Marvin Minsky*. Cuyo trabajo destaca porque en 1951 construye la primera máquina de redes neuronales, *Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator (SNARC)*. Partiendo de la idea que la mente humana no era muy diferente de un ordenador, este simulador eléctrico resolvía tareas creando conexiones aleatorias y haciéndose más inteligente al “reforzar” las conexiones que le acercaban a su objetivo (Fajardo, 2021).

Siguiendo, entre otras, esta línea de trabajo, surgió la pregunta sobre la manera de organizar un conjunto de neuronas para formar ideas, germinando así el concepto de redes neuronales. Se entendía que una verdadera máquina inteligente sería capaz de aprender y mejorar de manera continua.

La mencionada conferencia sentó las bases teóricas y las líneas de desarrollo de la IA que continúan vigentes en las investigaciones modernas. De este modo, los científicos reunidos en Dartmouth estaban pensando cómo implementar las ideas que el profesor Turing había esbozado. En aquel momento lo que se pretendía era reproducir la inteligencia humana en una máquina y en este aspecto, la IA se relaciona con las disciplinas que se plantean grandes cuestiones, como qué es la vida, por ejemplo (Alonso Betanzos, 2023).

En 1966 sale a la luz el informe ALPAC³ a solicitud del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos. El Consejo solicitaba conocer el estado de la traducción automática y las proyecciones de futuro que tenía. El informe emitido resultó demoledor y como consecuencia se corta gradualmente la financiación con fondos oficiales a las investigaciones en el campo de la traducción automática (De la Fuente, 1999). Es así como durante buena parte de la década del setenta y parte de la siguiente, la IA pierde financiación, entrando en una etapa denominada como “invierno de la IA”.

³ Automatic Language Processing Advisory Committee (ALPAC)

Tanto los inviernos como los veranos se han ido sucediendo con bastante frecuencia y están relacionados con períodos más o menos prolongados donde la investigación y desarrollo en el campo de la IA se ven afectados por los fracasos o sobreestimaciones de las expectativas que los sistemas IA no llegan a satisfacer⁴.

1.1.3 *Redes Neuronales*

El presente trabajo no pretende realizar un despliegue exhaustivo de todas las investigaciones que se han llevado a cabo durante las últimas décadas, si no que procura exponer aquellos hitos fundamentales para una comprensión global de la evolución de los sistemas IA.

Las redes neuronales juegan un papel fundamental en el desarrollo de la IA, tratando de emular el funcionamiento de las neuronas del cerebro humano. La primera ola de investigación sobre redes neuronales se pone en marcha con el bot ELIZA. Creado en 1966 en los laboratorios de Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) por Joseph Weizenbaum, era capaz de mantener conversaciones simples, siguiendo patrones y reglas básicas (Gómez Parra, 2023). Las personas interactuaban con el asistente como si estuvieran conversando con un ser humano real. En cierta manera, ELIZA, marca el comienzo de la exploración en el campo de los chatbots y el procesamiento del lenguaje, siendo ChatGPT una evolución de esta idea.

La segunda ola, en la década de los 80, surge en gran parte a través de un movimiento llamado conexionismo, como nos lo recuerdan Rumelhart y otros (1985) y McClelland y otros (1986) citados por Goodfellow y otros (2016). El conexionismo surgió en el contexto de la ciencia cognitiva, ciencia que tiene un enfoque interdisciplinario para comprender la mente y que combina diferentes niveles de análisis. A principios de la década de 1980, la mayoría de los científicos cognitivos trabajaban en modelos de razonamiento simbólico. El conexionismo luchaba por explicar cómo el cerebro los implementa a través de las neuronas.

Siguiendo con el estudio de Goodfellow y otros (2016) la tercera ola de investigación sobre redes neuronales comienza con un gran avance en 2006, al publicar Geoffrey E. Hinton su artículo científico sobre el desarrollo de un método innovador conocido como aprendizaje no supervisado profundo que permitía, por fin, entrenar con éxito, redes neuronales profundas.

Hinton es considerado padre del aprendizaje profundo y los logros en IA de la última década se deben en gran parte a su trabajo sobre retropropagación (Somers, 2017). Es por eso por lo que, tal como señala Lyre (2020), el revuelo actual sobre la IA se debe principalmente al éxito de las redes neuronales de aprendizaje profundo, dado que la característica definitoria de estas redes es su capacidad de autoaprendizaje, que se identifica como un aspecto importante del espacio de estados de la IA.

⁴ Para el desarrollo de los fundamentos teóricos se toma en cuenta la cronología propuesta en la Exposición sobre IA: Inteligencia artificial desarrollada por el CCCB (18 octubre 2023 — 17 marzo 2024).

1.1.4 OpenAI

La retropropagación, demostrada por Hinton y su equipo en 1986, tuvo que esperar 26 años hasta que el avance computacional permitiera validar el descubrimiento (Somers, 2017). En concordancia, Gates (2023) manifiesta que la IA es la confluencia del resurgimiento y avance de los estudios de redes neuronales, sumados al progreso y desarrollo de tecnologías asociadas a las computadoras y el internet de las cosas, que produce grandes cantidades de datos. Afirma, además, que se está en la etapa más temprana del desarrollo de la IA y, por consiguiente, frente a un cambio profundo.

Debe señalarse que cuando se opina sobre IA, normalmente, se hace referencia a sistemas de inteligencia artificial, entendidos estos como sistemas de tecnologías de procesamiento de la información que integran modelos y algoritmos para aprender y realizar tareas cognitivas, como la toma de decisión o predicción. Estos funcionan con diferentes grados de autonomía y recurren a métodos como el aprendizaje automático, incluido el aprendizaje profundo y el de refuerzo, además del razonamiento automático (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022).

Es de destacar que existe cierta ambigüedad en el uso de los términos informáticos asociados a esta tecnología. Es así que, inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (ML), aprendizaje profundo (DL) y redes neuronales son términos que se utilizan de manera indiscriminada, muchas veces para referirse a una misma cosa, aunque sean conceptos diferentes.

Cuando se trata de IA, se puede uno imaginar que es como un gran contenedor, con diversas subáreas en su interior, tal como se puede observar en la Figura 1. El primer subconjunto es el denominado aprendizaje automático (*Machine learning*), que es una aplicación de la IA que permite a los sistemas aprender de los datos y mejorar sin ser programados explícitamente, aumentando su precisión con el tiempo (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023).

Las redes neuronales, también denominadas redes neuronales artificiales (ANN) son un subconjunto dentro del aprendizaje automático (ML) y constituyen el eje de los algoritmos del aprendizaje profundo (DL). Conviene aclarar que el concepto de *profundo*, está asociado al número de capas o nodos con que cuenta la red. De esta manera, cuando hay más de tres nodos estamos frente a un algoritmo de aprendizaje profundo (IBM, 2023).

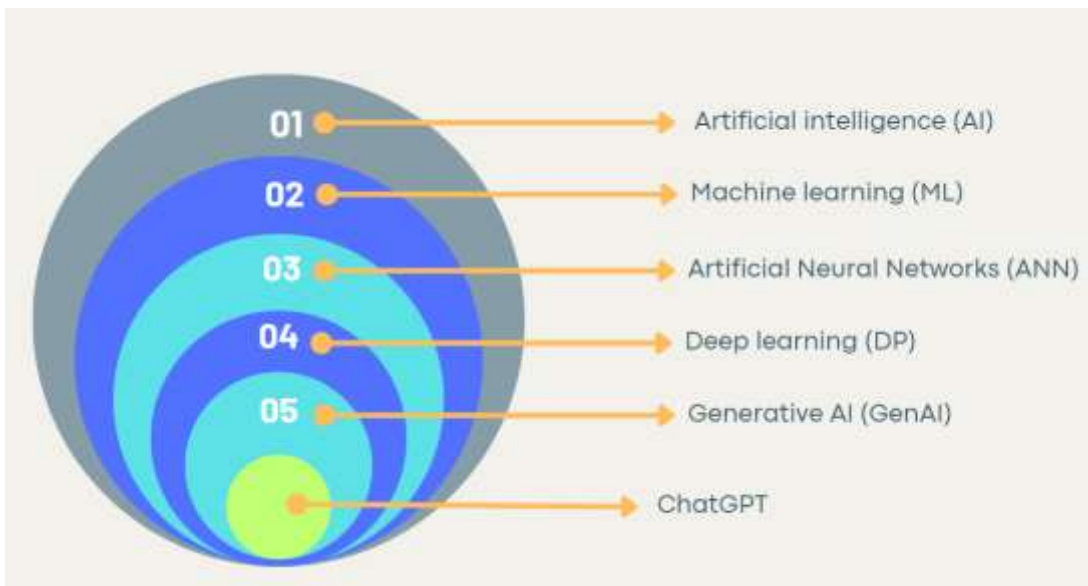
El aprendizaje profundo es un enfoque del aprendizaje automático que se ha basado, en gran medida, en el conocimiento del cerebro humano, las estadísticas y las matemáticas aplicadas y que se ha desarrollado gracias al avance de estas disciplinas a lo largo de las últimas décadas (Goodfellow y otros, 2016).

Finalmente, antes de definir en qué lugar del gran contenedor se encuentra ChatGPT, encontramos un concepto emergente como el de la IA Generativa (GenAI), una tecnología de inteligencia artificial (IA) que genera automáticamente contenido en respuesta a indicaciones escritas en interfaces conversacionales de lenguaje natural.

En lugar de, simplemente, seleccionar páginas web y aprovechar el contenido existente, GenAI produce contenido nuevo (UNESCO, 2023).

La principal diferencia entre esta y los sistemas tradicionales de IA es su capacidad de generar contenidos nuevos e innovadores, mientras que los tradicionales se centran en reconocer patrones y realizar predicciones de los datos (Gupta, 2023). Por ello, la GenAI resulta tan prometedora para el futuro. Sin embargo, no se debe olvidar que todas las tecnologías están interrelacionadas y aportan distintos enfoques.

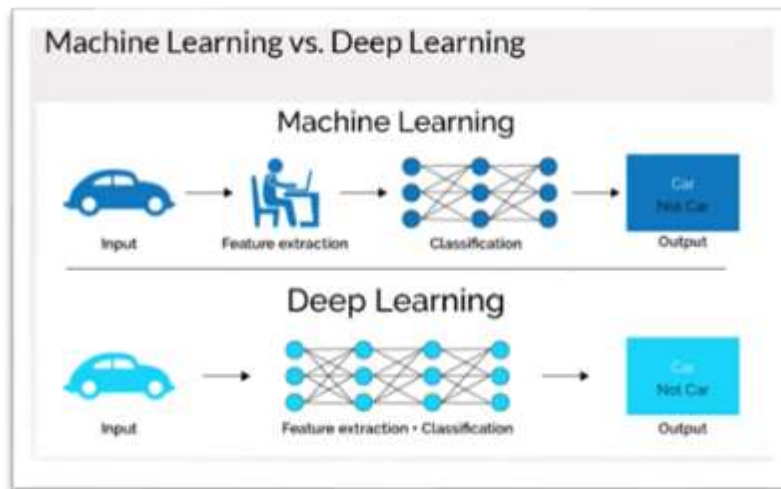
Figura 1
Subconjuntos de la IA



Nota. Fuente: elaboración propia

Otra manera de categorizar el aprendizaje automático y sus subáreas sería distinguir entre aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y el aprendizaje por refuerzo. En la Figura 2, podemos ver la diferencia entre el supervisado y el no supervisado. Así en la primera línea de la imagen distinguimos la presencia del ser humano en la cadena de comandos, mientras que en la segunda línea es el propio algoritmo el que extrae las características de los datos de entrada (Zambrano, 2019). Para ejemplificar, se puede citar Google Photos, que utiliza aprendizaje supervisado para clasificar y etiquetar imágenes. Por el contrario, plataformas como Netflix o YouTube son ejemplo tanto de aprendizaje no supervisado como por refuerzo. Para la recomendación de contenido, en el primer caso funciona analizando los hábitos de visualización y en el segundo evalúa la respuesta al estímulo, si hacen clic y el tiempo de visualización.

Figura 2
Aprendizaje automático vs aprendizaje profundo



Nota. Adaptado de *Diferencias entre Machine Learning y Deep Learning* [Infografía], por OpenWebinars, 2019, <https://openwebinars.net/blog/diferencias-entre-machine-learning-y-deep-learning/>

Se percibió que algo importante estaba sucediendo cuando OpenAI abrió las puertas y dio accesibilidad inmediata al bot conversacional ChatGPT. La buena acogida que tuvo en la sociedad fue en parte por cierta ética aparente y una interfaz en apariencia bien educada, que evita conflictos (Ichbiah, 2023).

OpenAI fue fundada en 2015. Si bien nació como una organización sin ánimo de lucro, se convirtió rápidamente en un laboratorio tecnológico, que quería asegurarse que la tecnología de la IA fuera desarrollada de forma segura y equitativa para toda la sociedad (Gonzalo, 2023a). Ahora bien, no hay que perder de vista que uno de los patrocinadores del proyecto es el empresario tecnológico Elon Musk, lo cual plantea interrogantes sobre la coherencia de sus principios fundacionales.

Como resultado del trabajo de OpenAI, nace ChatGPT. En estos momentos la versión más actual es GPT-4. Es una sofisticada herramienta que utiliza la arquitectura transformadora generativa preentrenada (GPT), que consiste en una serie de modelos de lenguaje que utilizan la técnica avanzada en el procesamiento del lenguaje natural (NLP). Generalmente, los modelos GPT son entrenados con miles de millones de parámetros y con grandes corpus de texto extraídos de internet para maximizar su capacidad de comprensión del lenguaje natural y generación de texto. Además, se entrenan con *feedback* humano, derivado de las interacciones de los usuarios con ChatGPT, para mejorar el comportamiento (OpenAI, 2023).

En esta línea, Bergmann (2023) explica que, en cuanto al aprendizaje por refuerzo, OpenAI entrena a su modelo a partir de la retroalimentación humana. Esta técnica del ML es especialmente adecuada para tareas con objetivos complejos, mal definidos o difíciles de especificar. Además, una de sus aplicaciones más destacadas

ha sido la relevancia, la precisión y la ética de los modelos de lenguaje grande (LLM acrónimo en inglés), especialmente para su uso como chatbots (Bergmann, 2023).

Finalmente se podría concluir que modelos como ChatGPT representan la GenAI, teniendo la habilidad innovadora de producir respuestas detalladas y contenido creativo de manera autónoma, además de mejorar la interactividad y comunicación con los seres humanos, cualidad que representa la verdadera transformación en la tecnología.

1.2 Estado de la situación actual

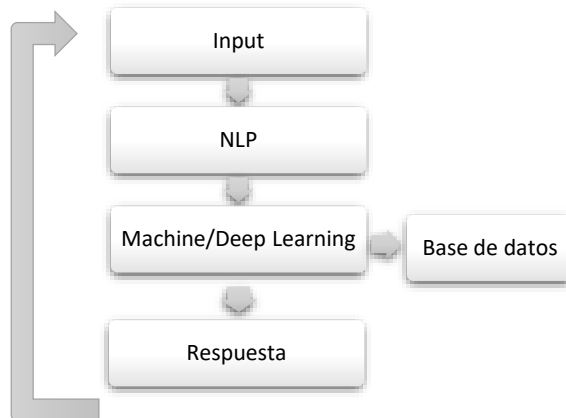
La implantación de nuevos paradigmas tecnológicos requiere de conocimientos, recursos y planificación. En esta coyuntura se encuadran los sistemas virtuales basados en IA que se están posicionando como herramientas esenciales en diversos campos. Según afirma Khan (2023), la IA como herramienta suplementaria es particularmente poderosa y ofrece un potencial transformador significativo. Es conveniente recalcar que Salman Khan y la Khan Academy, Premio Princesa de Asturias de Cooperación Internacional 2019, son referentes en el campo educativo.

Los sistemas chatbots (Figura 3) emergen como agentes conversacionales inteligentes que promueven el aprendizaje interactivo. Es precisamente esta naturaleza interactiva la que no solo motiva sino que involucra activamente a sus usuarios (Ruan y otros, 2019). Dentro de este orden de ideas, esta interacción es un claro ejemplo de cómo puede ser de utilidad la IA y la importancia que puede alcanzar en la educación.

Por otro lado, Clarizia y otros (2018, citado por Okonkwo y Ade-Ibijola, 2020) propone que es un agente inteligente capaz de comunicarse con un usuario para responder una serie de preguntas y proporcionar las respuestas correctas.

Además, Ciechanowski (2019, citado por Adiguzel y otros, 2023) va más allá de las definiciones anteriores al incorporar la dimensión emocional de los chatbots. Según Ciechanowski, un chatbot debe ser capaz de comprender el contenido del diálogo e identificar las necesidades sociales y emocionales de los usuarios durante la conversación. Asimismo, debe emular e interpretar la comunicación humana, permitiendo a las personas interactuar con dispositivos digitales como si estuvieran conversando con un ser humano real. En definitiva, propone un enfoque más holístico y humano en el diseño de los chatbots, que evolucione hacia una interacción más natural y empática.

Figura 3
Cómo funciona un Chatbot

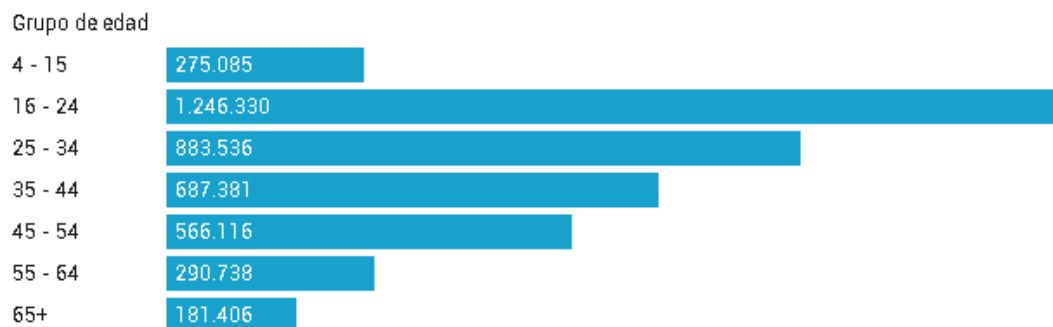


Nota. Fuente: elaboración propia

ChatGPT se ha convertido en una herramienta muy utilizada en algunos grupos demográficos. Tal es el caso de la generación Z, actualmente entre 16 y 24 años, que se convierte en el grupo de edad más afín al uso de esta aplicación. Esta afinidad es un 144% superior a la media poblacional, como se puede observar en la Figura 4, siendo los milenials (entre 25 y 34 años) el siguiente segmento de edad con más usuarios (Gonzalo, 2023b). De estos datos se desprende que ChatGPT resulta atractivo para estos grupos etarios y que su potencial integración dentro del ámbito educativo en las actividades cotidianas es alta.

Figura 4
Usuarios únicos de ChatGPT en España por edad

Datos de octubre 2023



Nota: Fuente: GFK DAM (citado por Gonzalo, 2023)

Una de las ventajas destacadas es su capacidad para desarrollar bots que interactúen con los estudiantes proporcionando orientación y retroalimentación

durante actividades interactivas como el juego o la simulación. El enfoque es prometedor, ya que podría ayudarles a aprender de manera más efectiva y a mantenerlos motivados y comprometidos con el proceso de aprendizaje (Ruiz-Miranda, 2023). En este contexto, los chatbots avanzados, como ChatGPT, son sistemas de IA que pueden generar respuestas similares a las humanas basadas en modelos de lenguaje natural (Adiguzel y otros, 2023).

De modo idéntico, Goar y otros (2023) señalan que la aplicación estrella desarrollada por OpenAI como modelo de IA conversacional, al emplear una malla neuronal basada en transformadores, puede producir respuestas humanas en tiempo real, permitiendo conversaciones en lenguaje natural con una máquina. En definitiva, este hecho enfatiza el potencial innovador de la tecnología.

1.2.1 Beneficios de la Inteligencia Artificial en la Educación (IAE)

La irrupción de ChatGPT ha generado un “terremoto” en el ámbito educativo. Desde su salida en noviembre de 2023, no se ha parado de debatir sobre las ventajas y desventajas que podría aportar la nueva aplicación. Las opiniones son variadas y diversas, pero lo que ha quedado claro es que la tecnología no ha dejado indiferente a nadie.

Como resultado, se puede inferir que el profesorado tendrá que habituarse al uso de la IA como otra herramienta más a la que los alumnos tienen acceso porque, tal como señala García-Peñalvo (2023), después de conocer la tecnología, la herramienta obligará a readaptar procesos, exigiendo salir de la zona de confort, lo que usualmente genera una resistencia al cambio.

De entre las 6 tendencias de IA Generativa en educación para 2024, se destacan tres cómo las más relevantes: apoyo al profesorado en el análisis y diseño de una asignatura; creación de contenidos educativos y aprendizaje adaptativo basado en la actuación del estudiante (Gómez Cardosa y García Brustenga, 2023). Relativa a la última tendencia, Khan (2023) enfatiza la importancia de permitir que los estudiantes aprendan a su propio ritmo y la eficacia de la tecnología para facilitar el aprendizaje personalizado.

1.2.2 Inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas

En el ámbito de las matemáticas en concreto, las aplicaciones de IA no son complementos nuevos. Es probable que los estudiantes hayan consultado alguna vez aplicaciones como *Symbolab*, *Wolfram Alpha* o *Maple*. Detrás de estos y otros recursos similares se encuentran motores de IA que aportan soluciones paso a paso a ejercicios matemáticos. En la siguiente tabla se presentan algunos recursos gratuitos que usan IA en el campo de las matemáticas.

Tabla 1
Recursos que utilizan IA

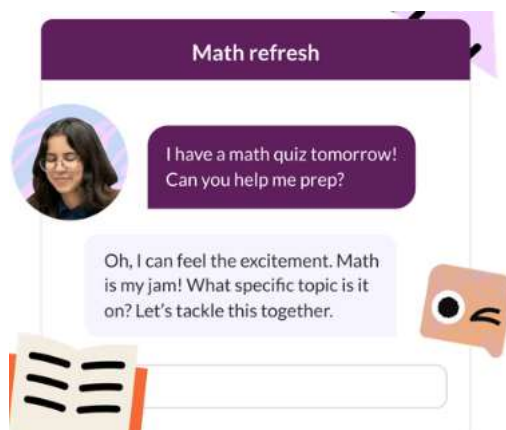
Recurso	Dispositivo	Función	Trabaja
Duolingo Math	App	Aprendizaje personalizado, adaptado	Gamificación y manipulativa
Brilliant	App y web	Aprendizaje activo, ABP, adaptativo	Resolución de problemas,
Photomath	App	Refuerzo de andamiaje	Solución paso a paso
Socratic	App	Refuerzo de andamiaje. Aprendizaje activo, autodirigido y adaptativo.	Ayuda paso a paso y proporciona recursos educativos
Mathigon	App y web	Manipulativo virtual, ABP,	Juegos, resolución de problemas, patrones, visualización.

Nota: Fuente: elaboración propia.

Las aplicaciones *Duolingo Math*, *Brilliant*, *Photomath*, *Socratic* y *Mathigon* se centran en el aprendizaje activo, la personalización y la adaptación del contenido a través de la IA. Un aspecto fundamental en todas ellas es la retroalimentación inmediata que ofrecen, así como el hecho de promover un entorno de aprendizaje dinámico, activo y personalizado.

A partir de los modelos de lenguaje GPT, se observa un cambio en el panorama de las aplicaciones para el apoyo del aprendizaje de matemáticas y es la aparición de los tutores virtuales o chatbots. En la Figura 5 se puede reconocer la aplicación IA, *Khanmigo*, un tutor virtual para estudiantes, que funciona también como asistente para el profesor, desarrollado en base a GPT-4. Dicha aplicación tiene el potencial de actuar como un buen tutor humano e impulsa la participación de los estudiantes. Khan (2023) menciona el potencial de la IA para brindar retroalimentación personalizada a los estudiantes y mejorar la calidad de la educación. Además, enfatiza que si bien la tutoría es una buena idea, es posible que por sí sola no tenga un impacto significativo en el progreso de los estudiantes, a menos que se integre con el aprendizaje en el aula. Coincidiendo con el autor, es evidente que se está en un momento emocionante para la educación, con la posibilidad de combinar métodos tradicionales con tecnologías emergentes, por lo que tiene potencial para provocar cambios en el rol del docente.

Figura 5
Interfaz de la herramienta IA de Khan Academy, Khanmigo



Nota: la imagen muestra la interfaz de la herramienta IA. Fuente: <https://www.khanmigo.ai/learners>

A nivel local, se puede encontrar a profesores de matemáticas y divulgadores como el Dr. Juan José De Haro que se interesa en mejorar la calidad educativa a través de la tecnología digital. Así, De Haro ha personalizado numerosos ChatGPT, como el de la Figura 6, *Nicolau*, que es un ayudante para dar clases de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales de 1º y 2º de Bachillerato. Nicolau es un doctor en matemáticas que explica de una forma muy comprensible, que le gusta trabajar en equipo con metodologías activas y que tiene mucha paciencia y sabe guiar a los alumnos hasta su comprensión. Además, utiliza un lenguaje no sexista. Es un tutor para docentes y alumnos para realizar actividades, ejercicios, problemas, situaciones de aprendizaje y para preparar el examen de selectividad de 2º de Bachillerato (De Haro, 2024).

Figura 6
Nicolau: GPT personalizado



Nicolau: Matemàtiques Aplicades a les CCSS

By J. DE HARO OLLE ©

Tutor de Matemàtiques Aplicades de 1r i 2n de Batxillerat: SdA, exercicis, activitats, selectivitat, etc. Currículum de Catalunya

Nota: Fuente: <https://chat.openai.com/g/g-1sLoKEJX-nicolau-matematiques-aplicades-a-les-ccss>

Según Segovia García (2023), la percepción de la utilidad de ChatGPT entre estudiantes es alta, aún a costa de admitir que existan riesgos en su utilización.

Factores como mejorar la comprensión de temas o ahorro en tiempo de búsqueda de información son puntos claves en el proceso de aprendizaje con IA. Citando a Codina (2022, en García-Peñalvo, 2023), para aprovechar el máximo potencial de las herramientas IA será fundamental capacitar tanto a docentes como a estudiantes en su uso ético y crítico.

La introducción de tutores virtuales aún es reciente en instituciones educativas y, tal como aprecia García-Peñalvo (2023), todavía no se han realizado suficientes estudios empíricos para evaluar el verdadero impacto en la enseñanza y en el aprendizaje.

1.2.3 Limitaciones de la IAE

La implementación de la IA generativa está planteando interesantes debates en educación, como, por ejemplo, la pertinencia de los deberes, la forma de evaluación o la ética en el uso de las herramientas de IA. En definitiva, nos hace pensar sobre el actual modelo pedagógico (Sánchez, 2023). De modo idéntico, Giannini (2023) reflexiona sobre la nueva tecnología que obliga a cuestionarnos el mundo conocido, las hipótesis y normas anteriores, en especial las relativas al conocimiento y el aprendizaje, que parecen poco capaces de soportar el peso de la nueva tecnología. En una línea contrapuesta, Gates (2023) opina que, en estos momentos, es natural sentirse inquieto, pero la historia muestra que es posible resolver los desafíos creados por las nuevas tecnologías. Los riesgos son reales, pero hay cierto optimismo en cuanto a que se pueden gestionar. La IA tendrá un gran impacto en la educación, como lo tuvieron la introducción de las computadoras en las aulas. El software actual está orientado principalmente a empoderar a los estudiantes que ya están motivados, pero se está trabajando para que no empeore la brecha de rendimiento (Gates, 2023). Además, un acceso no equitativo a la tecnología podría aumentar la brecha tecnológica en estudiantes de entornos menos favorecidos (Gómez Cardosa y García Brustenga, 2023).

Khan (2023) destaca su escepticismo inicial con la tecnología, pero ha quedado sorprendido por la fluidez y comprensión de los modelos de IA como GPT-3. En oposición, el último modelo de OpenAI, GPT-4 tiene alucinaciones de hechos y comete errores de razonamiento, al igual que sus antecesores. Resulta una preocupación adicional que los jóvenes estudiantes, más inexpertos que los profesores, acepten resultados superficiales, inexactos o dañinos (UNESCO, 2023).

Es importante educar a los estudiantes en saber distinguir lo que es verdad de lo que es falso cuando estén usando el software. Ocasionalmente, dicho aplicativo puede generar información incorrecta, producir instrucciones dañinas o contenido sesgado, y tiene conocimientos limitados debido a los datos con los que fue entrenado (Okaibedi Eke, 2023).

Por ejemplo, en las propias creaciones de GPT personalizados se entrevistó un sesgo negativo hacia las mujeres, puesto que los nombres de los asistentes virtuales son habitualmente masculinos. Para entender esta idea, hay que tener en cuenta que el sesgo en la arquitectura de la red neuronal dota de flexibilidad al modelo y hace que

no dependa de una coincidencia exacta entre los valores de entrada y los pesos (*Anexo 1*). Estaríamos ante una herramienta poderosa en el diseño y entrenamiento de la red directamente relacionada con los datos y variables de adiestramiento que, precisamente por ello, plantea desafíos y conflictos.

El desarrollo de estas herramientas IA debería seguir el principio de justicia o *fairness*, que asegura que las decisiones de los algoritmos no se vean condicionadas por sesgos de raza o género (IIC, 2023). Sin embargo, es común ver cómo en IA continúan presentes los sesgos de representación, de medición, de evaluación, de agregación e históricos. Estos últimos se entenderían como datos recopilados a lo largo del tiempo que perpetúan estereotipos de género o de discriminación racial (Reagan, 2021), como ejemplificaría el sesgo de género en los nombres de los tutores virtuales. Y es que, como afirma la exdirectora ejecutiva de la ONU, Mlambo-Ngcuka (s.f, citada por Viteri y Gómez-Pineda, 2023), la ausencia de datos de calidad sobre mujeres y niñas es un indicador de su invisibilidad en la sociedad. A ésta última afirmación habría que sumar, además, otro aspecto relevante, que es el de la escasa presencia de mujeres en el campo de la investigación en IA, en el que solo representan el 12 por ciento (ONU, 2019).

En este sentido, desde la docencia de materias del ámbito científico-tecnológico debemos reforzar el interés y participación de todos los estudiantes, con especial atención al género que representa la mitad de la población mundial.

1.3 Metodologías activas de aprendizaje a través de IA

La evolución de la teoría de las Inteligencias Múltiples que introdujo Howard Gardner (1985) hace reflexionar sobre las habilidades cognitivas independientes que los seres humanos poseen en diferentes grados. Propone, además, que, si bien es necesario realizar acciones que estimulen las áreas donde el alumno destaque, no menos importante es direccionarlo hacia áreas dónde pueda hacerlo. Por ello es importante considerar promover un enfoque educativo personalizado donde se desarrollen las diversas inteligencias de cada estudiante.

Sobre la base de la teoría de Gardner, Buñay (2023) señala que aplicarla resulta beneficioso para desarrollar ambientes inclusivos y participativos, además de mejorar el aprendizaje. Sin embargo, es tarea del docente llegar a conocer las inteligencias predominantes de sus alumnos y establecer estrategias a aplicar en el aula para cada una.

La nueva Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), hace especial hincapié en la educación inclusiva, volviéndose un principio fundamental cuyo objetivo es llegar a atender a la diversidad y necesidades de todos los estudiantes. Principio que se puede suponer que se basa en las teorías de Gardner. El enfoque inclusivo supone innovar y transformar la educación para garantizar que todos los estudiantes logren los objetivos educativos en contextos comunes (Casado y Medina Cárdenas, 2022). De entre las principales medidas de atención a la diversidad de carácter ordinario, se

hace especial mención al diseño universal del aprendizaje. Atendiendo precisamente a la multiplicidad de percepción y comprensión de la información, se explica que no haya una solución única, sino que se plantea la necesidad de diseñar contenidos flexibles y personalizados según las realidades de aula (Dalmau y otros, 2015).

En función de lo planteado, la innovación no solamente está referida a cambiar la práctica docente, sino también la esencia que determinan las acciones del profesorado y alumnado; así lo expresa Ramos (2002, citado por López Noguero, 2007).

Tradicionalmente, la educación era percibida como el proceso en el cual el protagonismo estaba centrado en el docente, como garante y transmisor del conocimiento, que establecía con el alumnado relaciones jerárquicas, transmisivas y unidireccionales (López Noguero, 2007). Resulta claro, tal como señala Martínez (2017, citado por Lengua Cantero y otros, 2020), que el auge de la computación como ciencia y de las tecnologías emergentes forman parte de la revolución pedagógica que está en la base de las didácticas para el siglo XXI. En este contexto, la tecnología actúa como mediadora y facilitadora en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que se orientan hacia el desarrollo de las habilidades de pensamiento superior (Lengua Cantero y otros, 2020).

Desde el punto de vista de la tecnología educativa, el estudiante pasa a ser aprendiz activo. Así, ejemplos de tecnologías IA que apoyan los principios de este aprendizaje, serían la tutoría basada en IA para estudiantes que resuelven problemas matemáticos y adaptación a estudiantes con necesidades especiales (basada en el marco del Diseño Universal para el Aprendizaje y teorías relacionadas).

1.3.1 Aprendizaje personalizado vs aprendizaje adaptativo

El aprendizaje personalizado y el adaptativo se han convertido en conceptos fundamentales dentro de los entornos digitales de aprendizaje. Es común ver que ambos conceptos discurren, a veces, alternadamente, a modo de sinónimo uno de otro. Pero realmente difieren entre sí, adoptando características disímiles.

Ambos términos se encuentran dentro del paraguas de los entornos digitales de aprendizaje y forman parte de diversos modelos y tecnologías educativas, basados en la adaptación del contenido educativo, la navegación y rutas de aprendizaje, las interfaces y la retroalimentación. El aprendizaje personalizado/adaptativo se ha convertido en un paradigma de aprendizaje fundamental entre la comunidad de investigadores en tecnologías educativas. No obstante, no existe un acuerdo sobre los componentes que deben considerarse en un entorno de aprendizaje al incorporar dicho paradigma (Enríquez Vázquez y Navarro Perales, 2024).

El aprendizaje personalizado no solo considera el entorno educativo, sino también las herramientas y soluciones tecnológicas que faciliten la construcción de experiencias personalizadas de aprendizaje, aunque ello no implica que el aprendizaje personalizado esté centrado en el uso de las tecnologías ni en los ambientes virtuales de aprendizaje. El aprendizaje personalizado consiste en dar a

los estudiantes control sobre su aprendizaje, diferenciando la instrucción para cada uno de ellos y proporcionando retroalimentación en tiempo real (Shemshack y Spector, 2020).

Por el contrario, el sistema de aprendizaje adaptativo no es algo nuevo para nosotros, ya que se basa en principios que se remontan a la época de la formación de aprendices y la tutoría humana. Por ello, y a lo largo de la historia, ha recibido otras muchas etiquetas como instrucción individualizada o instrucción personalizada, términos que se utilizaron indistintamente. Aunque inicialmente el aprendizaje adaptativo se centraba en pocos alumnos, la tendencia actual es aplicarlo a una gran cantidad de estudiantes. Esto explicaría el creciente interés en el *big data* y la analítica del aprendizaje. Por consiguiente, para que sea realmente aprendizaje adaptativo, debe existir una recolección de datos para aprender del usuario y así poder proporcionarle contenidos adecuados a su nivel e incluso anticiparse en aquellas áreas que le pueden ser complicadas (Morillo Lozano, 2016).

A modo de ejemplo podemos citar *Dreambox*, una plataforma de aprendizaje adaptativo diseñada específicamente para la enseñanza de matemáticas en los niveles de primaria y secundaria. Los datos en tiempo real se ajustan y adaptan para personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Otro modelo lo constituye ALEKS (*Assessment and Learning in Knowledge Spaces*), sistema de evaluación y aprendizaje con IA multinivel que ofrece cursos de Matemáticas, Química, Estadística y Contabilidad. La IA de ALEKS ha sido desarrollada utilizando miles de millones de puntos de datos de las interacciones de los estudiantes acumulados durante 21 años de aprendizaje. Estos datos permiten que la máquina inteligente se continúe perfeccionando para diagnosticar de manera precisa y eficiente el conocimiento de cada estudiante individual y lo que está listo para aprender (Mc Graw Hill, 2024).

Resumiendo lo expuesto, ambos métodos de aprendizaje empoderan al estudiante al proporcionarle el control de sus estudios y una retroalimentación inmediata. Ahora bien, lo que el adaptativo añade al aprendizaje personalizado es que recolecta datos para ajustar el contenido educativo a cada necesidad individual.

1.3.2 *ChatGPT y la Teoría constructivista*

Mucho se ha escrito sobre la Teoría constructivista del aprendizaje. Como filosofía educativa dominante, el constructivismo influye significativamente en los procesos modernos de aprendizaje y enseñanza. Los orígenes de la mencionada teoría se basan en las obras principalmente de autores de renombre como: Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausubel.

La teoría constructivista del aprendizaje sostiene la idea de la construcción del conocimiento a través de la adaptación, de la estimulación externa y de la reflexión sobre esas experiencias. En el aprendizaje por descubrimiento, los estudiantes participan activamente en su propio aprendizaje, siendo el papel del docente, como guía y facilitador, de vital importancia, al proporcionar experiencias significativas, así como oportunidades para la reflexión y la resolución de problemas, en lugar de simplemente transmitir información de manera pasiva. Todo ello sin olvidar el

contexto cultural, social y situacional en el que tiene lugar la enseñanza (Arce y otros, 2019).

Dentro de este marco conceptual, la importancia educativa de ChatGPT radica en el papel facilitador de la herramienta hacia la construcción activa de conocimiento. Fenómeno que se manifiesta en la conexión entre la IA y la disposición del estudiante para participar en su propio proceso de aprendizaje (Sánchez Rodríguez y otros, 2024).

ChatGPT puede andamiar los conocimientos y experiencias previas para ayudarles a construir nuevos conocimientos, siendo la retroalimentación individualizada un pilar de apoyo en este proceso, basándose en los conocimientos y experiencias previos y proporcionando sugerencias personalizadas para seguir aprendiendo (Ippolito y otros, 2022).

Cobra sentido el aprendizaje adaptativo como enfoque educativo que adapta las experiencias de aprendizaje a las necesidades únicas de cada alumno mediante comentarios y recursos personalizados. Similarmente, Rasul y otros (2023) contribuyen argumentando que ChatGPT puede utilizar *big data* y análisis de aprendizaje para supervisar el rendimiento de los estudiantes, predecir el éxito y responder a los estudiantes, teniendo en cuenta sus estados emocionales, en tiempo real, lo que resulta en un aprendizaje adaptativo personalizado que es coherente con la teoría constructivista.

En definitiva, es necesario encontrar el equilibrio adecuado entre los enfoques tecnológicos y los métodos de enseñanza tradicionales. Esto puede convertirse en una tarea compleja que requerirá del docente un compromiso de desarrollo continuo. Aprovechando las ventajas de las herramientas digitales, los educadores pueden crear entornos de aprendizaje matemático dinámicos y atractivos centrados en los alumnos.

1.4 Cuestiones éticas

En 2021 durante la 41ª conferencia, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), adopta el primer marco normativo universal sobre ética de la IA. La Recomendación precisa que las cuestiones éticas relativas a los sistemas de IA abarquen todo el ciclo de vida de éstos y que también queden incluidos los actores de la IA, pudiendo ser estos personas, empresas y entidades públicas y privadas.

Observa, además, que los riesgos y las preocupaciones éticas que pueda generar la IA, no deben detener el desarrollo de la innovación sino más bien impulsar a que éstas se centren en los derechos humanos, valores y principios éticos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022).

Continuando, en el campo de la Educación e Investigación, se apunta al desarrollo de habilidades éticas como la comunicación y el trabajo en equipo. Ambas se reconocen prioritarias como la alfabetización, aritmética, codificación y las habilidades digitales (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023)

Italia se convirtió en el primer país europeo en prohibir ChatGPT por incumplir la normativa de protección de datos (WIRED, 2023). La recolección masiva de datos y su uso fueron las principales preocupaciones de otros países como Canadá, Francia, Irlanda o Alemania que abrieron investigaciones pero que no arribaron a la prohibición (Mukherjee y otros, 2023). Como consecuencia, OpenAI decidió abrir oficina en Europa, siendo Dublín la ciudad escogida, como otras empresas tecnológicas afincadas allí. Demostraba, así, su compromiso de hacer frente a las presiones regulatorias de la Unión Europea.

En estos momentos, OpenAI (2024a) sigue expresando su compromiso con la privacidad y la seguridad puesto que es el núcleo de su misión. Sin embargo, expresa que la información puede ser compartida con terceros.

La administración Biden-Harris, ha revelado recientemente la creación del Consorcio del Instituto de Seguridad de Inteligencia Artificial (IA) de EE. UU. La iniciativa reúne a 200 de los principales actores de la industria y liderados por OpenAI, Google, Microsoft, Meta, Apple, Amazon, Intel, NVIDIA, así como otras empresas, instituciones académicas, investigadores de la industria, organizaciones de la sociedad civil y agencias gubernamentales (Geneva Internet Platform, 2024).

Stephen Hawking, en 2014, realizaba una declaración desconcertante cuando advertía que la IA podría significar el fin de la raza humana (BBC, 2014). Fue de las primeras voces que advertían del riesgo que suponía la tecnología incipiente. El impacto fue, no por el hecho de sus palabras, sino porque provenía de un científico de renombre mundial que llevaba años recurriendo a la IA para poder comunicarse.

Gates (2023) afirma que las empresas del sector privado que desarrollan IA deberían realizar su trabajo de forma segura y responsable; sin embargo, no emite opinión

sobre el tema ético. Es conveniente recordar que Microsoft, empresa liderada por Gates, es inversora del proyecto OpenAI.

Es importante comenzar a regular la inteligencia artificial porque se encuentra casi bajo un monopolio de empresas muy relevantes, casi todas ellas norteamericanas, aunque también hay alguna china (Alonso Betanzos, 2023).

Europa carece de gigantes tecnológicos en el campo de la IA generativa, por lo tanto, su autonomía para regular la tecnología emergente resulta limitada. Sin embargo, es un mercado lo suficientemente atractivo e influyente como para controlar ciertas prácticas, pero no puede ser muy restrictivo porque si no el atractivo se perdería y con ellos las oportunidades de innovación (Almirall, 2023).

Lo que se entrevé en el panorama geopolítico, también lo podemos trasladar al ámbito de la educación. Desarrolladores de aplicaciones específicas en el campo de la educación como *Khan Academy*, se aseguran de que cualquier información de identificación personal, como nombres o direcciones, sea anónima. No utilizan datos de estudiantes para entrenar la IA. Khan Academy promueve una educación de clase mundial gratuita y de acceso abierto para cualquier persona en cualquier lugar. No obstante, su aplicación Khanmigo no es gratuita ni accesible, aunque prevén que en cinco años sea gratis o casi gratis para todo el mundo (Savolainen, 2023).

Por su parte, investigadores opinan que la tecnología de IA es un arma de doble filo, con efectos tanto positivos como negativos sobre la seguridad, la privacidad y la dignidad humanas (Wu y otros, 2023). Fomentar el uso ético y responsable de estas tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como contribuir al debate continuo sobre el lugar de la IA en la educación (Adiguzel y otros, 2023).

El uso generalizado de programas de IA generativa plantea la cuestión de quién es la autoría del contenido creado. Los programas de IA podrían estar infringiendo los derechos de autor al generar resultados similares a obras existentes. La cuestión radica en que dichas IA se entrenan con cantidades de datos extraídos, en muchos casos de internet, las empresas desarrolladoras de estos programas no son tan transparentes al exponer sobre cómo entrenan a sus inteligencias.

Los derechos de autoría están asociados al producto creado fruto del trabajo intelectual, vinculado al poder creativo de la mente (Guadamuz, 2017). La jurisprudencia española se sustenta en el texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril. En ella se considera autor a la persona natural que crea alguna obra literaria, artística o científica. Por el momento no se ha planteado enmiendas a la legislación española.

En la jurisprudencia estadounidense los propietarios de derechos de autor pueden demostrar que dichos productos infringen sus derechos de autor si el programa de IA tuvo acceso a sus obras y creó productos sustancialmente similares. El autor debe demostrar fehacientemente que la IA realmente tuvo acceso a la obra original y por otro lado debe demostrar que hay una similitud al trabajo original para establecer una infracción. La prueba de similitud sustancial es difícil de definir y varía según los tribunales estadounidenses (Zirpoli, 2023). En Europa no existe la doctrina *fair use*

como en Estados Unidos, así que la ley lista una serie de excepciones al copyright, pero no menciona a la IA por ser algo reciente (Gonzalo, 2024).

Revistas científicas como Science, están actualizando sus políticas editoriales para especificar que el texto generado por IA, en concreto ChatGPT, no se puede utilizar en la redacción de artículos, ni las figuras, imágenes o gráficos puedan ser producto de dichas herramientas. Además, un programa de IA no puede ser autor (Holden Thorp, 2023).

Resumiendo lo expuesto, la tecnología de OpenAI se expande y está presente a nivel mundial, se empiezan a concretar organismos de control de la IA, pero con la presencia de los desarrolladores de la misma. Los investigadores y científicos enfatizan la importancia del uso ético y responsable. Y en el campo de la educación se está desarrollando innovación, que, por el momento, no es gratis ni de acceso abierto.

2 Contexto de la propuesta de intervención, análisis de necesidades

2.1 Explicación del Contexto donde se lleva a cabo la Intervención

La propuesta de intervención se lleva a cabo en el Centro de Formación de Adultos Cornellà de Llobregat. El CFA CORNELLÀ es un centro público que depende del Departamento de Educación de la Generalitat y que cuenta con la colaboración y apoyo del Ayuntamiento de Cornellà.

La ciudad tiene una población de 90.076 habitantes, donde la población extranjera representa el 16,52% (IDESCAT, 2023). Relativo a la nacionalidad de los alumnos, conviene resaltar que el centro es un crisol de culturas contabilizando 41 países de todos los continentes.⁵

El Centro está muy arraigado en el municipio, ha desarrollado la enseñanza para personas adultas desde el curso 78/79 y ha tenido varias localizaciones, pero siempre en Cornellà de Llobregat. Se define como un Centro plural donde se fomenta la solidaridad, la coeducación y las actitudes y normas que caracterizan una sociedad democrática.

El Centro es de reducidas dimensiones, consta de dos plantas accesibles, seis aulas conectadas y está conformado por un equipo docente de 13 personas. Dan servicio en horario mañana, tarde y noche.

El Proyecto Educativo responde a la voluntad de mejorar una línea pedagógica de calidad de enseñanza y de aprendizaje, busca la formación del alumnado en un ambiente motivador que favorezca la mejora de la cohesión social. Fomenta una educación que respeta la identidad cultural de las minorías y denuncia abiertamente toda manifestación xenófoba o discriminación por razones de etnia, nacionalidad, cultura, género y religión.

2.2 Análisis de Necesidades

El alumnado que conforma el grupo de preparación para la Prueba de Acceso a Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGS) es totalmente heterogéneo. Se puede encontrar personas de diversas edades que, por cuestiones de trabajo, necesitan acceder a un CFGS o a la Universidad. En muchos casos estos alumnos vienen directamente del Graduado de Educación Secundaria Obligatoria (GESO) que se imparte en el mismo Centro, y quieren continuar su formación para poder tener una mejor oferta laboral.

⁵ Datos extraídos del Proyecto de orientación del Centro 2022-2023.

En el caso de Prueba de Acceso a la Universidad para mayores de 25 años (PAU+25), es uno de los grupos con mayor índice de abandono. Los mayores de 45 años tienen la ventaja de no tener que hacer ni las asignaturas específicas, ni el inglés como materia común, pero la gran mayoría trabaja y compatibilizar el horario de estudio, clases y trabajo es difícil.

En el centro se preparan materias de la parte común, a saber: Lengua catalana y castellana; Lengua extranjera; Matemáticas e Historia. Las clases se imparten de lunes a jueves en horario tarde-noche, desde las 17:30 a las 21:00 hs. El miércoles es el día que se imparte la asignatura de Matemáticas, exclusivamente, con una carga de 3 horas semanales.

El temario, comprende 4 unidades:

- Aritmética y álgebra;
- Geometría;
- Análisis;
- Estadística y probabilidad;

Como se observa, es un temario extenso y la carga horaria semanal es muy reducida y además espaciada en el tiempo. La duración mínima para la preparación de las pruebas de acceso al grado superior es de 300 horas para la parte común, de manera presencial al centro y de 99 horas para cada materia de la parte específica, que realizan de manera virtual en el Institut Obert de Catalunya (IOC).

El factor tiempo puede afectar al rendimiento académico y motivación en la preparación de las pruebas. Un dato relevante es que el grupo clase estaba compuesto por 23 personas al comienzo del curso, al momento de la prueba, había abandonado el 47% de los estudiantes.

Otro factor de relevancia es el idioma, el 17,39 % de los alumnos no tienen por lengua materna ni el catalán ni el castellano. El 82,61% restante tienen dificultades con el idioma catalán, pero no así con el castellano.

La razón que justifica el diseño de la intervención es dar respuesta a dos necesidades detectadas. En primer lugar, la extensión del temario, la limitada carga horaria y la elevada tasa de abandono sugiere que el método de estudio deba ser flexible y accesible para mantener la motivación, como resultado justifica la implementación de una herramienta 24/7 que facilite el estudio autónomo. En segundo lugar, la diversidad lingüística, resalta la necesidad de proporcionar recursos educativos multilingües. En efecto, permitir el acceso a los materiales de estudio en distintos idiomas para facilitar la comprensión del contenido.

3 Diseño de la intervención

La propuesta de intervención es diseñar un tutor académico personal que esté disponible 24 horas al día, 7 días a la semana. Diseñado para responder preguntas específicas del currículo, además de generar problemas adaptados a los modelos de ejercicios de exámenes de años anteriores.

Es así, que, con el objeto de cubrir las necesidades detectadas, nace CLEO tutora personal basada en IA, experta en matemáticas y metodologías de aprendizaje que sirve de apoyo y ayuda a un grupo de estudiantes que se preparan para el examen de acceso a los Ciclos Formativos de Grado Superior. Ella se adapta a las necesidades lingüísticas de cada estudiante, ofreciendo explicaciones en el idioma en el que se sientan más cómodos. CLEO genera respuestas concisas, directas y claras. También puede facilitar conjuntos de problemas matemáticos específicos basados en el contenido que conforma su base de datos. Igualmente, guía a los estudiantes paso a paso en la solución de problemas, proporciona pistas iniciales para fomentar el pensamiento crítico y concluye siempre con comentarios sobre la aplicación práctica de los conceptos en la vida real. Genera.

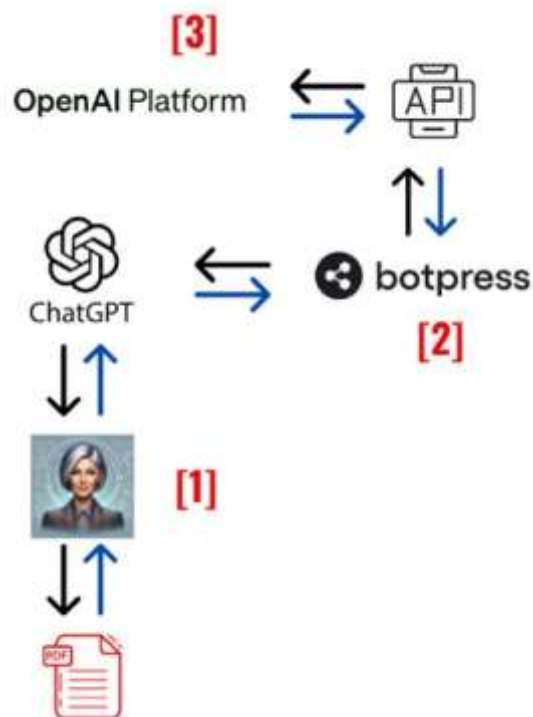
Los sistemas de tutoría inteligente favorecen que el aprendizaje esté centrado en el estudiante, este asume el control de su progreso. En las siguientes páginas se desarrollan las cuatro fases del proyecto de innovación dedicado a la construcción de CLEO, tutora virtual IA.

3.1 FASE 1: diseño y entrenamiento de un tutor virtual

Para llevar a cabo el cometido de diseñar y entrenar un tutor virtual, se ha utilizado la herramienta desarrollada por OpenAI, llamada ChatGPT. Se ha tenido que crear una cuenta plus en dicha plataforma, de pago, para poder acceder al último modelo entrenado por la compañía, ChatGPT-4.

Este último modelo, lanzado en enero de 2024 permite a los usuarios, únicamente plus, crear sus propias versiones de GPT. Además, como usuario plus se tiene acceso a más de tres millones de versiones modificadas de GPT que podrían servir de inspiración. Con el propósito de clarificar los pasos que se han dado en el proceso de diseño se puede observar la Figura 7, la Fase 1 está dividida en tres partes. En la medida que se vaya avanzando se irán exponiendo cada una de ellas.

Figura 7
Esquema de proyecto en la Fase 1

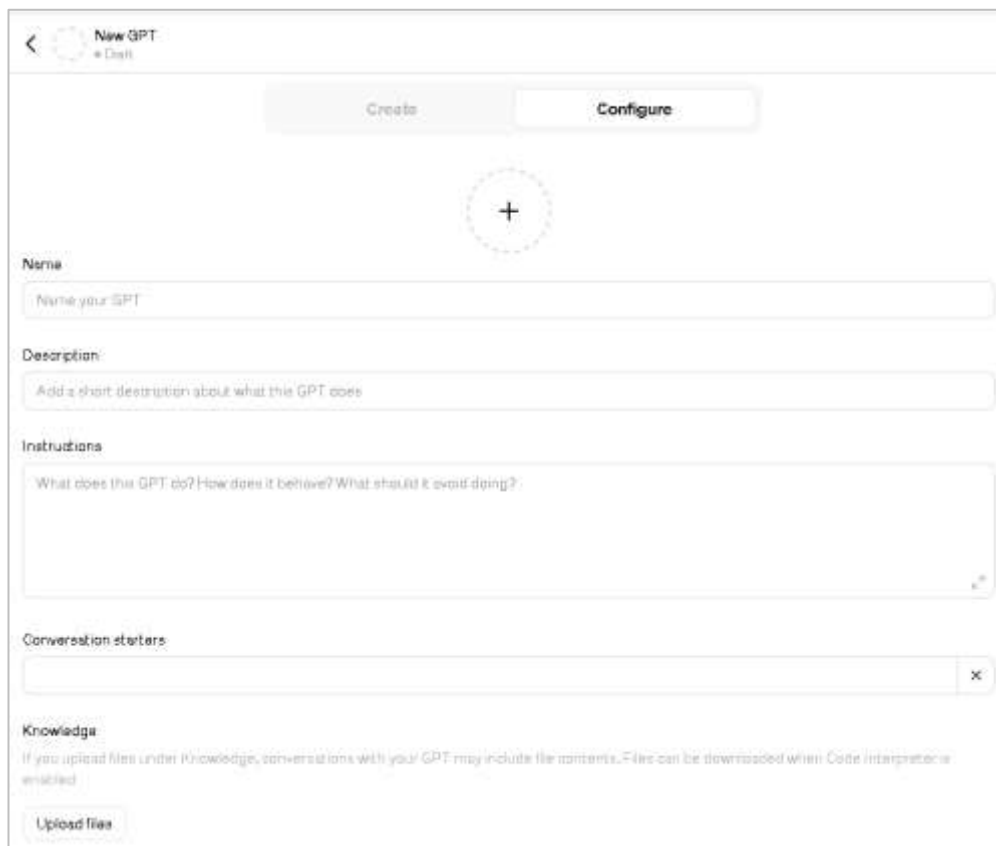


Nota. Fuente: elaboración propia

El diseño se realiza de esta manera porque este modelo es el que permite la creación y personalización de un chatbot entrenado con datos que sean de nuestro interés. La fase de creación [1] (véase Figura 7) es una de las partes más sencillas de realizar, solamente hay que darle al botón de crear GPT e ir respondiendo al asistente *OpenAI GPT Builder* (Figura 8), preguntas sobre el nombre, la foto de perfil y las preguntas sugeridas. Estas últimas son las preguntas disparadoras que aparecen cuando abrimos el GPT; son importantes porque se puede destacar una parte del contenido de la base de conocimientos, lo recomendable es que no sean más de cuatro.

En la pestaña Configurar, se debe proporcionar instrucciones sobre el estilo y cargar los conocimientos que puedan ayudar a entrenar el GPT personalizado. El estilo se refiere a conferirle las instrucciones (*prompts*) de funcionamiento, objetivos y contexto. Esta parte del diseño, es realmente importante porque dará la personalidad que se desee en la interacción con el estudiante. El lector podrá acceder a los tres entrenamientos que se llevó a cabo para la construcción de CLEO en los *Anexos III, IV y V*.

Figura 8
Vista del Constructor de GPT



The image shows the 'New GPT' configuration page in the OpenAI interface. At the top, there are 'Create' and 'Configure' buttons. Below them is a large dashed circle with a plus sign, indicating where to click to create a new GPT. The form includes several sections: 'Name' with a text input field containing 'Name your GPT'; 'Description' with a text input field containing 'Add a short description about what this GPT does'; 'Instructions' with a larger text area containing 'What does this GPT do? How does it behave? What should it avoid doing?'; 'Conversation starters' with a text input field containing an empty space and a close button; and 'Knowledge' with a note about file uploads and an 'Upload files' button.

OpenAI ha hecho que sea increíblemente fácil interactuar con la IA, así que en la medida que se van ajustando las instrucciones se puede probar su funcionamiento en tiempo real en la sección de previsualización. Otro factor importante a tener en cuenta en la personalización del modelo es el conocimiento. En la actualidad, los grandes modelos lingüísticos como GPT-4 no son adecuados, per se, para resolver problemas matemáticos. Esto se debe principalmente a la forma en que estos modelos funcionan bajo la superficie. Sin embargo, haciendo uso de una técnica llamada predicción del siguiente *token*, el modelo examina la entrada que se le ha pasado (en este caso, un problema matemático) y hace una estimación aproximada basada en los datos con los que se ha entrenado (OpenAI, 2024b). Por ello funciona muy bien para la escritura, pero no tan eficaz para las matemáticas.

De esta manera, la fuente de datos, aparte de ser fiable, debe ser única y de alta calidad. En el primer entrenamiento del bot, se han subidos archivos con los contenidos de los exámenes en diferentes formatos, concretamente en Excel, txt y pdf. De todas las pruebas que se han realizado, el modelo respondía correctamente al archivo pdf.

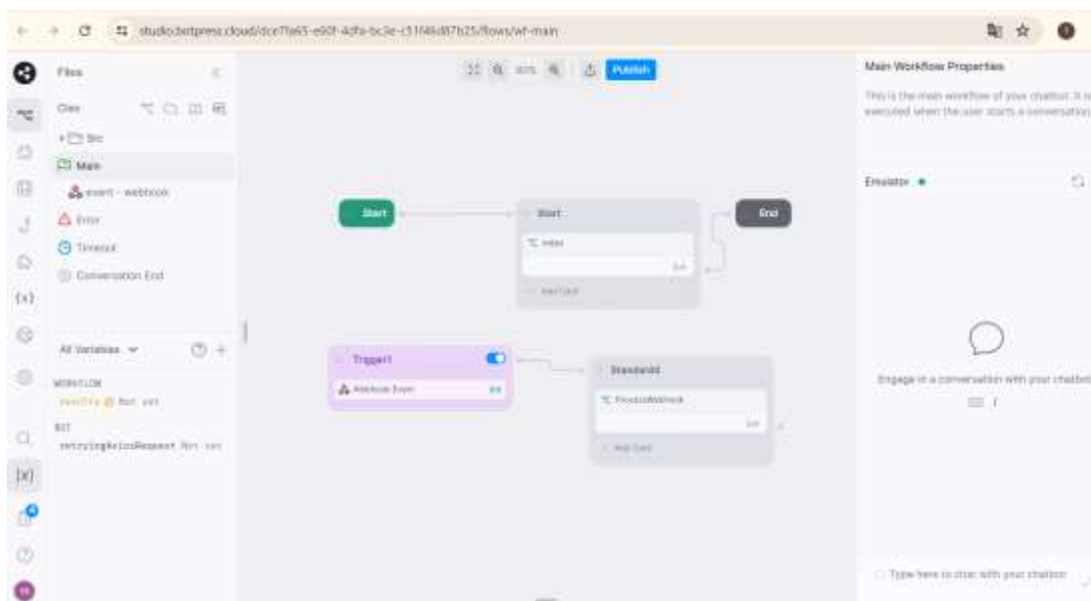
Para los posteriores entrenamientos, por una cuestión de capacidad del modelo, se opta por cargar los exámenes, con solución, de los últimos cinco años, directamente en formato pdf. Se cargan cinco archivos separados, de vital importancia que estén correctamente nombrados porque en el momento de hacer la llamada a una pregunta

concreta de algún año, al modelo le es más fácil y rápido ir directamente al pdf del año concreto.

Una vez perfilado el GPT personalizado, funcionando según las indicaciones realizadas y probado su funcionamiento se pasa a la siguiente parte del proceso que es conectar con una aplicación intermedia entre ChatGPT y el estudiante. Para ello se recurre a una plataforma de creación de bots personalizados, como *botpress* [2] (véase Figura 7) que es un *software no code*, lo que significa que no se necesitan grandes conocimientos en programación, la construcción de flujos de trabajo se realiza mediante bloques sencillos de arrastrar-soltar y conectar mediante flechas.

Este sistema en línea, en su versión gratuita permite construir un máximo de cinco bots con 2.000 interacciones mensuales. En la página de edición se puede encontrar un panel de control de todas las interacciones que se realizan con la asistente virtual, esta herramienta es importante para la recuperación y seguimiento de los historiales de mensajes realizados, cosa que no se puede hacer en ChatGPT. Las conversaciones son privadas entre el chatbot y el usuario, por lo tanto, se pierden datos valiosos para realizar la mejora continua.

Figura 9
Espacio de trabajo en botpress



Otra de las ventajas de *botpress*, razón por la que se ha elegido como aplicación *backend* es el poder de conectividad. Esto consiste, en tener la capacidad de implementar el bot en aplicaciones de mensajería instantánea como *Messenger*, *Whatsapp*, *Telegram* o bien en redes sociales tales como *Instagram* además de cualquier página web (este proceso se encuentra explicado en detalle en el Anexo VI).

El gigante tecnológico *Meta* ha invertido muchos recursos en desarrollar y poner a disposición de la comunidad de desarrolladores la interconectividad con sus productos. La desventaja viene, por un lado, por toda la cuestión ética de los datos,

puesto que no está clara la manera en que gestionan la información de las interacciones y, por otro, Meta monetiza cada uno de sus productos y usar sus API (interfaz de programación de aplicaciones) tiene un coste, no así la integración del bot en una página web que no genera costes extras.

Como se ha mencionado, para interconectar todas las aplicaciones entre sí, se necesita de llaves que abran puertas y permitan el acceso para llamar a cada una de ellas, las *API Key* son dichas llaves. Se entra, así, en la tercera parte del proceso que consiste en crear las *API Key* [3] (véase Figura 7) estas son únicas para cada producto y al momento de crearse se debe de tener cuidado de copiar el código puesto que se muestra una única vez y no es posible recuperarlas posteriormente.

ChatGPT no tiene una función para generar APIS, sin embargo, OpenAI dispone de una plataforma para desarrolladores. Aquí, en primer lugar, se debe crear un usuario que será diferente a ChatGPT, para posteriormente adquirir el código único a asignarle al GPT personalizado. Por su parte, cada GPT personalizado tiene asignado un número de identificación que también nos será de utilidad, este número se puede ver en la pestaña de resumen del GPT en ChatGPT. De la misma forma, en *botpress* se debe generar otro código, que también es único.

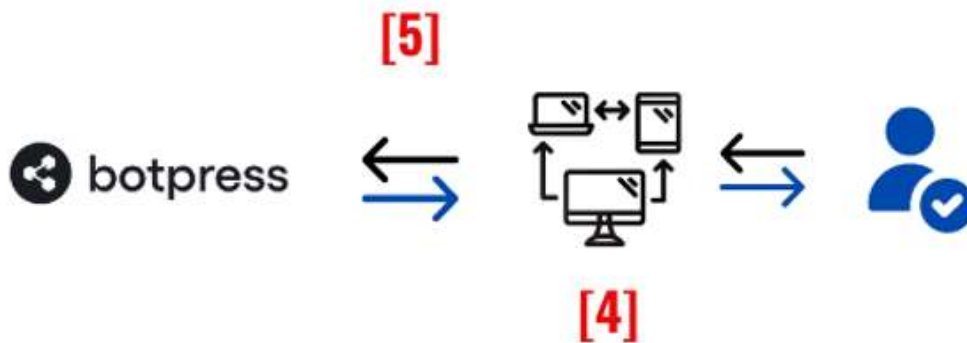
Una vez creadas las llaves, ya se dispone de todo lo necesario para realizar la interconexión. Por un lado, se tiene el código único a ChatGPT a través la *OpenAI platform* y por el otro, el del bot en *botpress*. De esta manera cuando un estudiante hace una petición al bot conversacional las API abren las puertas para que el diálogo fluya de ida y vuelta entre aplicaciones.

Botpress desarrolló una extensión para *Chrome*, un plugin específico *Deploy GPTS* que permite tomar control del GPT y compartirlo por múltiples canales. Esta extensión se debe instalar en el navegador, al abrirla va guiando paso a paso para ir configurando todas las API Key, previamente creadas, como paso final pide abrir la aplicación ChatGPT y seleccionar el GPT a integrar.

3.2 FASE 2: integración del chatbot

Se puede observar en la Figura 10, el esquema que se ha seguido para implementar el proyecto de tutoría y asistente virtual. El proceso comienza cuando un usuario realiza una petición al asistente, en nuestro caso estudiante, a través de la interfaz de una página web alojada en un servidor en la nube. El estudiante puede acceder a través de un móvil, tableta u ordenador clicando en la siguiente dirección: <https://tutora.live-website.com/>

Figura 10
Esquema del proyecto en fase 2



Nota. Fuente: elaboración propia

Para la interfaz de comunicación con el estudiante, se utiliza una sencilla página web **[4]** (véase Figura 10). Se crea en primera instancia, una cuenta en una plataforma de hosting para este producto se utiliza IONOS, esta plataforma permite disponer de un constructor de páginas web asistidos por IA o bien se puede optar por personalizar por cuenta propia alguna plantilla de las muchas de las que dispone de manera gratuita.

De esta manera, se adapta una de las plantillas *Wordpress*, el diseño es sencillo porque lo importante es que destaque el objetivo y la funcionalidad. Contiene solamente dos páginas, una de inicio (Figura 11) y otra, protegida, donde se encuentra la asistente. Una vez se arriba a la página de aterrizaje (*landing page*) del sitio web, la tutora le da la bienvenida y lo invita a iniciar una conversación con el chatbot, para ello debe identificarse con su usuario y contraseña previamente definidos. En este punto, para el proyecto se ha decidido que la administradora sea la creadora de los usuarios que puedan acceder al contenido restringido, una vez situados en el área privada, el estudiante podrá acceder a su perfil, editarlo y personalizarlo.

Figura 11
Página de inicio del proyecto



Nota. Fuente: [CLEO \(live-website.com\)](https://tutora.live-website.com)

A la plantilla wordpress se le añade un plugin (*Content Control*) para añadir la capa extra de protección y privacidad, la asistente [5] (véase Figura 10) solo estará disponible para las personas que tengan un usuario y una contraseña asociada a la cuenta (Figura 12).

Figura 12
Capa de control

Nota. El lector puede acceder al chatbot mediante estas claves.

En esta segunda página (Figura 13), el estudiante puede encontrar las instrucciones específicas del funcionamiento, también puede descargarse los archivos con los que se ha entrenado la IA, además se ha diseñado un espacio para que se pueda añadir comentarios, a manera de blog. Las entradas son visibles para todos los usuarios, de esta manera se puede ir leyendo el hilo de preguntas, consultas o sugerencias

que se vayan dejando. En esta sección se va construyendo conocimiento de manera colaborativa.

Figura 13
Página del chatbot



3.2.1 Presentación de CLEO al grupo clase

Realizada todas las integraciones entre aplicaciones, se envía el enlace al profesor titular de la asignatura de Matemáticas para las Pruebas de Acceso. La intención es que pueda experimentar la aplicación y validar la presentación de la asistente al grupo clase. Paralelamente se ha de aclarar que la fecha de examen oficial es el 14/05/2024, por lo que los alumnos se encuentran en la recta final de preparación de las pruebas.

El profesor titular del grupo se muestra entusiasmado con la asistente y augura que será una herramienta muy útil. Particularmente, se interesa en la arquitectura del proyecto y realiza muchas preguntas sobre cómo se había logrado el entrenamiento.

La presentación al grupo clase se prepara para el 24 de abril, tres semanas antes de las pruebas oficiales. Una vez en el aula, en la última media hora de clase, se presenta el propósito de la aplicación, el contexto en el cual fue creado y los fines. A pesar de que ya eran los últimos minutos de la clase, se mostraron muy atentos y concentrados.

El comentario inicial, unánime, fue “¡¡jostras!!”.

A medida que se iba demostrando con ejemplos de lo que podría responder, se fueron animando a ir preguntando qué otras capacidades tenía. Hubo un alumno que

quería saber si podía subirle él alguna documentación y si podía servirle para las otras materias de la parte común más allá del contenido matemático.

Dos alumnas hicieron preguntas concretas sobre cómo había sido capaz de crear la asistente, cuánto tiempo de creación e implementación se había invertido y otras preguntas de la fase de diseño. Al final de la clase, una de ellas se acercó a expresar que le gustaría dedicarse a la programación.

“Yo no me esperaba esto!”, fue otra exclamación y “más ahora que está cerca el examen”. Particularmente, interesados en la demostración de pedirle a la asistente que haga predicciones y probabilidades de que salgan ciertos temas en las pruebas.

Finalmente, se crearon cuatro usuarios, uno fue repartido a las chicas, otro a los chicos, un tercero a un alumno TEA y el cuarto a las alumnas de origen extranjero. Se ha ideado realizar de esta manera para intentar analizar las interacciones de los distintos grupos.

4 Resultados obtenidos y evaluación de la propuesta

El resultado final del producto es una asistente virtual, diseñada, desarrollada y construida con la tecnología de ChatGPT completamente integrada y operativa mediante un chatbot para su interacción con los estudiantes a través de una página web como interfaz final.

La propuesta llega hasta la fase final de prueba en campo con la presentación de la asistente a los alumnos objetivos. La evaluación que se hace de la propuesta es altamente positiva. Se percibe que despierta interés y puede llegar a ser un recurso válido tanto para los profesores como para los alumnos.

CLEO, es una asistente que tiene buen carácter, educada, proactiva, y fiable en cuanto a las respuestas que proporciona. El fallo, persistente, que se comprueba es la manera de plasmar las fórmulas matemáticas, ya que utiliza lenguaje LaTeX en lugar de lenguaje más normal para los alumnos. Este fallo no se ha podido corregir, a pesar de indicar en las instrucciones que debe proporcionarles en la otra manera.

Es capaz de mantener hilos de conversación en diferentes idiomas, aunque en algunas ocasiones toma el idioma del usuario a la segunda interacción. La ingeniería del *prompt*, debe tomar en cuenta esto y traducirse en alguna instrucción para mejorar este desacierto.

Otro error recurrente es la confusión de género que se da cuando, después de varias interacciones con el usuario, CLEO que es una asistente virtual comienza a emplear el género masculino para referirse a sí misma. Esta anomalía podría tener su causa en que las instrucciones están redactadas en inglés, que es un idioma sin marca de género. También podría deberse a que los datos suministrados son insuficientes, además de que la mayoría de los datos de entrenamiento son generados por hombres occidentales.

También es capaz de preparar un plan de acción para el estudio, de los temas de examen. Puede temporalizar en clases por día y/o semanas, realizar explicaciones

de acuerdo al nivel que tenga el estudiante y aportar relaciones del objeto de estudio con utilidades prácticas de uso diario.

Si se va a los ejercicios de exámenes de los últimos cinco años, puede ofrecer explicaciones e instrucciones para resolver paso a paso el ejercicio que sea. Además, puede generar otros ejercicios similares. Evidentemente, se le puede pedir que realice un estudio exhaustivo de los temas más comunes que han salido en dichos exámenes anteriores. Puede, a partir de ese análisis realizar una predicción de temas y/o ejercicios.

La latencia es, en este punto del proyecto, un factor clave, al tener tantas aplicaciones intermedias el tiempo que tarda en dar una respuesta es crítico. Cuando se lanza un requerimiento desde la web hasta que llega a ChatGPT y la asistente elabora una respuesta, hasta que no termina de escribirla no se devuelve a la interfaz, el tiempo de espera puede ser un factor que desaliente la interacción.

Otro aspecto igualmente clave, es que cuando tiene conflictos con la entrada ya sea porque no entiende la pregunta o porque no encuentra respuesta en su base de datos, se queda pensando y no proporciona respuesta de error. Esto produce que el usuario quede esperando respuesta, hasta que finalmente decide hacerle otra pregunta. Se debe trabajar la gestión de los mensajes de error, poco a poco se va descubriendo puntos débiles a trabajar tanto desde las instrucciones como desde el flujo de trabajo en la aplicación de *botpress*.

Uno de los puntos principales de realizar el asistente es la posibilidad de obtener los datos asociados a las conversaciones, tales como el historial de preguntas, hora de actividad, longitud del hilo, etc. Estos datos se extraen tanto de la plataforma OpenAI (Figura 14), como de *botpress* (Figura 15). De manera adicional, en el caso de la plataforma OpenAI, revela los tokens utilizados en las entradas y en la salida, este dato permite afinar la longitud de las respuestas y además sirve para tener bajo control los costes de la aplicación.

Figura 14
Historial de conversación plataforma OpenAI

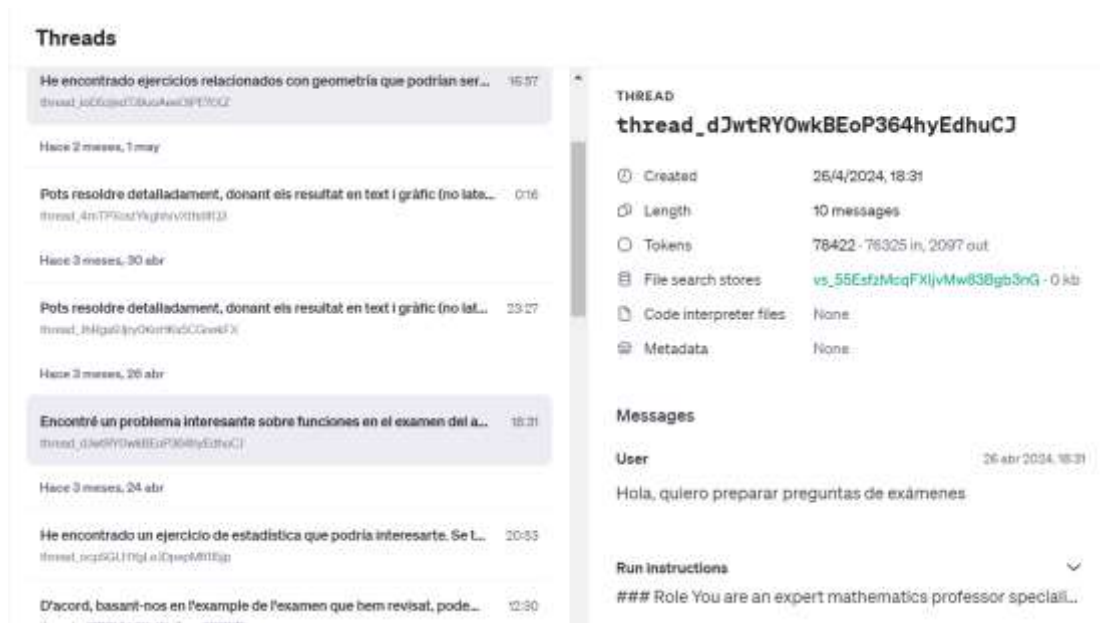
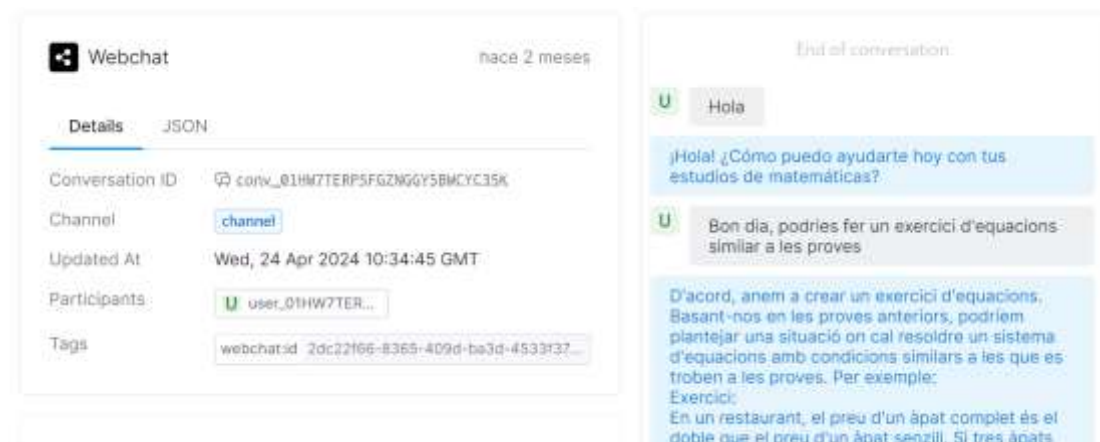


Figura 15
Historial de conversaciones en botpress



Hay que notar que en el caso de OpenAI no es posible detectar al usuario, mientras que en *botpress* se conoce al participante.

Conclusiones

Una de las ventajas de tener un recurso digital, como es el caso del presente proyecto de IA, es que se puede hacer un seguimiento de la interacción que se realiza con la asistente en tiempo real. Desde el primer momento en que se comparte el enlace del chatbot se puede ir observando y analizando los datos de interacción; si es necesario se puede realizar ajustes a la primera señal de que algo no vaya bien.

Pero, sin lugar a dudas, lo más valioso para el docente es poder tener aquellos hilos de conversación entre el bot y los estudiantes para poder retroalimentar tanto su actividad docente como, en este caso en particular, para alimentar la IA, a fin que pueda aprender de las interacciones con los estudiantes.

Evidentemente, se generará un volumen de datos que conllevará saber aplicar técnicas de inteligencia de negocio. Este reto no debería asustar a los profesores de letras, pues sería una buena oportunidad para refrescar las matemáticas implicadas. De todas maneras, estos datos se pueden llegar a gestionar mediante la automatización de procesos para facilitar su análisis y depuración. En el mercado existen varias aplicaciones *no code*, que permiten gestionarlas.

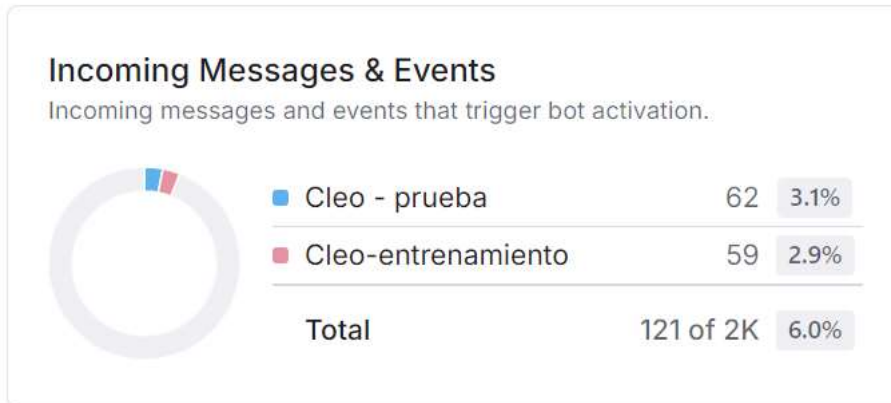
Limitaciones

A medida que se quiera dotar de mayores funcionalidades al asistente, se encuentra que es necesario mayores conocimientos técnicos específicos. Las competencias digitales deben ser media/altas para que un docente pueda poner en marcha una aplicación de estas características.

Siguiendo esta reflexión, la falta de las competencias comentadas, por parte de quien escribe, hace que el proyecto tenga puntos débiles que sin duda con un poco de más experiencia y conocimientos se podría resolver fácilmente. Por otra parte, hay cierta área de esta tecnología que, al ser nueva, no existen fuentes y recursos destinados para su aprendizaje. Para ejecutar este proyecto, se ha realizado un curso específico sobre la aplicación de IA en educación y se ha destinado muchas horas de estudio de recursos disponibles en plataformas como *Youtube*, de lectura de la documentación oficial que hay en la web de OpenAI, así como también en foros de comunidades en línea que cada vez son más extensos.

Por falta de tiempo, no se ha podido desplegar completamente todo el potencial que tiene la herramienta. Desde la presentación de CLEO a finales de abril, se han contabilizado 62 mensajes entrantes y solo 6 eventos en mayo. Se estima que la asistente no ha tenido mayor interactividad debido al poco margen de tiempo entre la prueba y el examen, lo que no ha permitido al grupo clase hacerse con la aplicación.

Figura 16
Análítica de mensajes del chatbot mes de abril 2024



Nota. Se muestran los mensajes entrantes y eventos que activan el bot en un período de tiempo.

Otro posible factor que haya afectado a la poca actividad, podría ser la elección de la interfaz de integración. La accesibilidad a un chatbot integrado a una red social hubiera sido más adecuado para el perfil de alumnos.

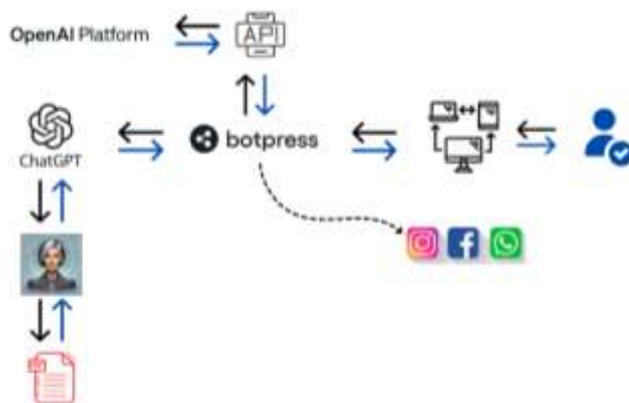
Propuestas de mejoras

Se proponen tres líneas de prospección a desarrollar en próximas etapas.

Primera prospección

Si se perfecciona la ingeniería de instrucciones antes, la siguiente etapa de la asistente es desplegarla en diferentes plataformas tanto de mensajería instantánea como en redes sociales (Figura 17). Es claro que la generación a quien va dirigida el chatbot se desenvuelve más cómodamente con el móvil y están habituados a interactuar entre ellos mediante estas aplicaciones. De modo similar a como se ha desplegado el bot en la página web, se deben seguir los mismos pasos para su implementación en otras plataformas. Se desconocen cuales son las tarifas que aplica Meta para interactuar en sus redes, pero lo que está claro es que tendrá asociado costes extras.

Figura 17
Primera prospección



Segunda prospección

El chatbot desarrollado a través del diseño de un GPT personalizado, se ha comprobado que pierde funcionalidad cuando se implementa dentro de otras plataformas; la latencia es un problema a la hora de interactuar entre asistente y usuario. OpenAI ha creado un espacio desarrollador que es más eficiente y permite crear más funcionalidades al chatbot, esta sería otra opción más completa para seguir trabajando el desarrollo del producto, como segunda línea de prospección (Figura 18).

Sería necesario rediseñar a CLEO mediante el recurso *Asistente*. Estos están impulsados, también, por los grandes modelos lingüísticos, además cuentan con acceso a múltiples herramientas en paralelo tanto aquellas que están alojadas en OpenAI, como fuera de ella, a través de llamadas a funciones que permitiría realizar tareas más complejas. Además, pueden acceder a los hilos de conversaciones almacenando el historial de mensajes, algo que no se puede realizar con la versión actual de CLEO en ChatGPT.

También pueden acceder a archivos en varios formatos, tanto para su creación como para el intercambio durante una conversación entre usuario y asistente. El abanico de posibilidades que abre es ilimitado. Por contraparte sería necesario tener un conocimiento elevado en lenguajes de programación, estar habituado a trabajar con APIS y librerías, conocimientos en procesamiento de lenguaje natural (NPL), seguridad web para mantener protegida la aplicación, habilidades en desplegar aplicaciones en servidores o servicios en la nube, además de destreza en diseño de interfaz para usuarios y técnicas de marketing para mejorar la interacción entre usuario y asistente. Es importante insistir que, aunque parezca complejo, se deja constancia que al inicio del presente trabajo muchas habilidades eran desconocidas por quien escribe, pero en un proceso de autoformación, continuo y limitado en tiempo, ha sido posible llevar a cabo el proyecto.

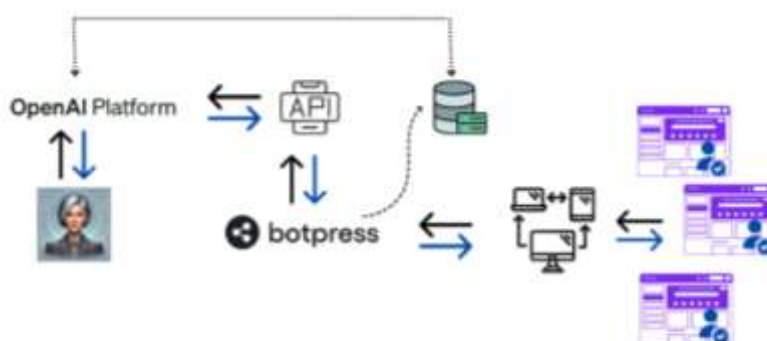
Con el desarrollo de CLEO en la API de asistentes, se podrá optar por utilizar distintos modelos de lenguaje, a modo de ejemplo, TTS (text-to-speech) de texto a audio o el modelo de moderación. Este último modelo está diseñado para comprobar y clasificar

el contenido de las conversaciones y si este puede ser dañino/nocivo y tomar decisiones sobre ello.

En esta segunda prospección, se puede optar por hacer algo con los hilos de conversaciones. Los datos son valiosos, el docente tiene una oportunidad única de hacer verdadera ingeniería de datos al poder almacenar y estructurar las interacciones con entre asistente y estudiantes. La recolección en una base de datos además permitiría que en un futuro la propia IA se retroalimente de ella, lo cual sería un recurso más acertado a la realidad y a la manera de hacer del docente, sus propuestas irían mejor encaminadas. Se han desaprovechado muchos datos en el pasado, pero como dice la tutora de este trabajo: “¿y todos los que vendrán?”.

Además, es conveniente recordar que para que sea un recurso que fomente el aprendizaje adaptativo, debe poder utilizarse la recolección de datos. La interfaz de usuario se puede mejorar; con una plantilla y *pluguins* adecuados se puede crear una página personal para cada usuario, cada área privada puede tener un contenido específico para dicho alumno, siendo un espacio personal y personalizado. La asistente puede integrarse internamente en cada espacio, las instrucciones pueden variarse para que recuerde el hilo de conversación sin que se reinicie cada vez que se inicie una sesión y mantener a su vez el propio historial del alumno.

Figura 18
Segunda prospección



Tercera prospección

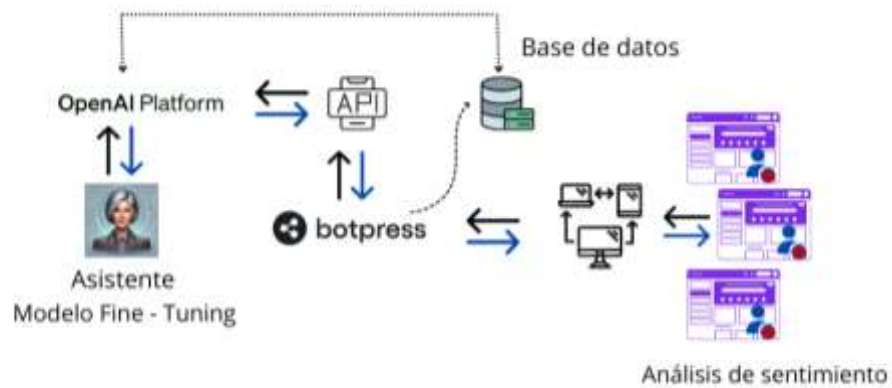
La API de Asistentes permite crear asistentes de IA dentro de otras aplicaciones propias (Figura 19). Un asistente tiene instrucciones y puede aprovechar modelos, herramientas y conocimientos para responder a las consultas de los usuarios. Actualmente, la API de asistentes admite tres tipos de herramientas: Intérprete de código, Recuperación y Llamada a funciones. Los Asistentes están diseñados para ser creados por desarrolladores que utilicen la API OpenAI (Platform OpenAI, 2024).

El ajuste fino (fine-tuning) de los modelos de generación de texto puede mejorar para aplicaciones específicas, pero requiere una minuciosa inversión de tiempo y esfuerzo. Algunos casos habituales en los que el ajuste puede mejorar los resultados son:

- Definir el estilo, el tono, el formato u otros aspectos cualitativos.
- Mejorar la fiabilidad en la producción del resultado deseado.
- Corregir fallos en el seguimiento de instrucciones complejas.
- Manejar muchos casos extremos de forma específica.
- Realizar una nueva habilidad o tarea difícil de articular en una instrucción.

A mayor registro de hilos y de conversaciones, la base de datos puede crecer exponencialmente. Los datos bien estructurados pueden servir para realizar el ajuste fino, pero requiere en primer lugar una cantidad importante de datos y, en segundo lugar, demanda tiempo de entrenamiento, por lo que, esta línea de prospección se realizaría a largo plazo. Sin embargo, es interesante todo lo que se podría mejorar el *prompt* para la detección de los sentimientos de los alumnos frente a determinados problemas.

Figura 19
Tercera prospección



Las preguntas que motivaron a realizar este trabajo y que el lector ha acompañado hasta llegar a este punto final en el descubrimiento de esta asombrosa herramienta, es que de verdad perciba que es una tecnología accesible. Espera, la que suscribe, que cualquier docente, aún sin experiencia, se sienta motivado para descubrir y probarse en este mundo digital que se abre de aquí en adelante.

Bibliografía

- Adiguzel, T., Kaya, M. H., y Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), 429. <https://doi.org/https://doi.org/10.30935/cedtech/13152>
- AlAfnan, M. A., Dishari, S., Jovic, M., y Lomidze, K. (2023). ChatGPT as an Educational Tool: Opportunities, Challenges, and Recommendations for Communication, Business Writing, and Composition Courses. *Journal of Artificial Intelligence and Technology*, 3(2), 60-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.37965/jait.2023.0184>
- Alake, R. (noviembre de 2023). Loss Functions in Machine Learning Explained. *datacamp*. <https://www.datacamp.com/tutorial/loss-function-in-machine-learning>
- Al-Masri, A. (07 de Agosto de 2023). How Does Backpropagation in a Neural Network Work? *Built in*. <https://builtin.com/machine-learning/backpropagation-neural-network>
- Almirall, E. (26 de Julio de 2023). ¿Regulación sin soberanía? *Ethic*. https://ethic.es/2023/07/regulacion-sin-soberania/?_gl=1*1bbctyb*_up*MQ..*_ga*NzAyMDQ0MDk1LjE3MDgxNjI0MTY.*_ga_0LL6WCT924*MTcwODE2MjQxNC4xLjAuMTcwODE2MjQxNC4wLjAuMTA3MTg2Nzc5Nw..
- Alonso Betanzos, M. A. (10 de Agosto de 2023). Innovación. (D. Lorenzo Cardiel, Entrevistador). *Ethic*. https://ethic.es/2023/08/entrevista-maria-amparo-alonso/?_gl=1*1ww87dl*_up*MQ..*_ga*MTIzOTMyNTY0OC4xNzA3OTMyMDcz*_ga_0LL6WCT924*MTcwNzgzMjA3Mi4xLjAuMTcwNzgzMjA3Mi4wLjAuNzQ4OTQyMDAy
- Amazon Web Services. (s.f.). ¿Qué son las incrustaciones en el machine learning? *AWS*. <https://aws.amazon.com/es/what-is/embeddings-in-machine-learning/>
- Arce, M., Conejo Garrote, L., y Muñoz Escolano, J. M. (2019). *Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*. Síntesis.
- Barla, N. (18 de August de 2023). The Ultimate Guide to Word Embeddings. *ML Ops Blog*. <https://neptune.ai/blog/word-embeddings-guide>
- BBC. (02 de diciembre de 2014). Stephen Hawking: "La inteligencia artificial augura el fin de la raza humana". *BBC News Mundo*. https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/12/141202_ultnot_hawking_inteligencia_artificial_riesgo_humanidad_egn
- Bergmann, D. (10 de noviembre de 2023). ¿Qué es RLHF? *IBM*. <https://www.ibm.com/es-es/topics/rlhf>
- Bhansali, S. (14 de julio de 2016). Making learning way easier — Introducing the Socratic app. *Medium*. <https://blog.socratic.org/introducing-the-socratic-app-38210d670028#.mlso9elv4>

- Blackemore, E. (01 de Marzo de 2023). La nueva IA podría superar el famoso Test de Turing; este es el hombre que lo creó. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2023/03/alan-turing-test-inteligencia-artificial>
- Bose, B. (07 de november de 2020). NLP — Text Encoding: A Beginner's Guide. *Medium*. <https://medium.com/analytics-vidhya/nlp-text-encoding-a-beginners-guide-fa332d715854>
- Buñay, S. (2023). Las inteligencias múltiples y el aprendizaje en el aula. *Esprint Investigación*, 2(1), 16-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.61347/ei.v2i1.37>
- Casado, A., y Medina Cárdenas, S. (25 de noviembre de 2022). La Atención a la Diversidad en la LOMLOE. *Nodos de Conocimiento*. <https://2022.nodos.org/ponencia/la-atencion-a-la-diversidad-en-la-lomloe/>
- Coursera staff. (19 de marzo de 2024). Artificial Intelligence (AI) Terms: A to Z Glossary. *Coursera*. <https://www.coursera.org/articles/ai-terms>
- Dalmau, M., Sala, I., y Llinares, M. (novembre de 2015). Pautes sobre el Disseny Universal per a l'Aprenentatge (DUA). *XTEC*. <https://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/diversitat-i-inclusio/projectes-educatius-inclusius/disseny-universal-per-a-laprenentatge/>
- De Haro, J. J. (18 de enero de 2024). Creación de GPT educativos. *Bilateria*. <https://educacion.bilateria.org/creacion-de-gpts-educativos>
- De la Fuente, J. M. (04 de noviembre de 1999). Glorias y miserias de la traducción automática. *Asociación de Técnicos de Informática*. http://www2.ati.es/gt/lengua-informatica/simo1/SIM1_jmf.html
- Deepai. (s.f). Understanding Hidden Layers in Neural Networks. *Deepai*. <https://deepai.org/machine-learning-glossary-and-terms/hidden-layer-machine-learning>
- Enríquez Vázquez, L., y Navarro Perales, J. (2024). Explorar los matices: aprendizaje personalizado y adaptativo en la educación digital. *Revista Digital Universitaria*, 25(1). <https://doi.org/http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.6.10>
- Escolar, H. (1984). El libro mesopotámico. En F. G. Sánchez Ruipérez (Ed.), *Historia del Libro* (pp. 44-65). Ediciones Pirámide SA.
- Eskandar, S. (26 de April de 2023). Exploring Feature Extraction Techniques for Natural Language Processing. *Medium*. <https://medium.com/@eskandar.sahel/exploring-feature-extraction-techniques-for-natural-language-processing-46052ee6514>
- Fajardo de Andara, C. (2021). Marvin Lee Minsky: pionero en la investigación de la inteligencia artificial (1927-2016). *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 15(1), 41-50. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11209.06241>
- Gamco. (05 de septiembre de 2024). Glosario de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático. *Generación Automática de Modelos de Conocimiento S.L.* <https://gamco.es/glosario/>

- García Manrique, R. (2007). "Yo, robot", o las tribulaciones de un robot kantiano. *Revista de Bioética y Derecho*, 9, 1-5. <https://doi.org/https://doi.org/10.1344/rbd2007.9.7835>
- García-Peñalvo, F. J. (2023). La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24. <https://doi.org/http://orcid.org/0000-0001-9987-5584>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., y Vidal, J. (2024). La realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Gardner, H. (1985). La nueva hipótesis de las inteligencias múltiples. *Padres y Maestros*, 116, 15-18. <https://doi.org/https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/articulo/view/5166>
- Gates, B. (11 de julio de 2023). The risks of AI are real but manageable. *GatesNotes*. <https://www.gatesnotes.com/The-risks-of-AI-are-real-but-manageable>
- Geeksforgeeks. (11 de october de 2023). The Role of Weights and Bias in Neural Networks. *Geeksforgeeks*. <https://www.geeksforgeeks.org/the-role-of-weights-and-bias-in-neural-networks/>
- Geneva Internet Plataform. (10 de febrero de 2024). Amazon, Apple, Google, Meta, Microsoft, NVIDIA, OpenAI, join new 200-strong AI safety consortium unveiled by the White House. *Digwatch News*. <https://dig.watch/updates/amazon-apple-google-meta-microsoft-nvidia-openai-join-new-200-strong-ai-safety-consortium-unveiled-by-the-white-house>
- Giannini, S. (julio de 2023). La IA generativa y el futuro de la educación. *UNESCO*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877_spa
- Goar, V., Singh Yadav, N., y Singh Yadav, P. (2023). Conversational AI for Natural Language Processing: An Review of ChatGPT. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 11(3s), 109-117. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i3s.6161>
- Gómez Cardosa, D. R., y García Brustenga, G. (21 de diciembre de 2023). 6 tendencias de IA generativa en educación para 2024. Posibilidades de uso y riesgos. *Tendencias e innovación educativa*. <https://blogs.uoc.edu/elearning-innovation-center/es/6-tendencias-de-ia-generativa-en-educacion-para-2024-posibilidades-de-uso-y-riesgos/>
- Gómez Parra, N. (12 de septiembre de 2023). ¿Cómo influyó ELIZA, el primer 'Chatbot' de la historia, en la creación de las IA? *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/apps/como-influyo-eliza-el-primer-chatbot-de-la-historia-en-la-creacion-de-las-ia-805296>
- Gonzalo, M. (08 de enero de 2023a). La historia de OpenAI. *Newtral*. <https://www.newtral.es/openai-historia-chatgpt-matriz/20230108/>

- Gonzalo, M. (05 de diciembre de 2023b). Quienes usan más ChatGPT en España. *Newtral*. <https://www.newtral.es/cuantos-usuarios-chatgpt-espana-generacion-z/20231205/>
- Gonzalo, M. (15 de enero de 2024). Los derechos de autor y la IA, según OpenAI. *Newtral*. <https://www.newtral.es/derechos-autor-ia-openai/20240115/>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <https://doi.org/http://www.deeplearningbook.org>
- Guadamuz, A. (octubre de 2017). La inteligencia artificial y el derecho de autor. *WIPO*. https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/05/article_0003.html
- Gupta, S. (10 de julio de 2023). Decoding difference between AI, ML, Deep Learning and Gen AI. *Medium*. <https://medium.com/@gupta.sahil.201191/decoding-difference-between-ai-ml-deep-learning-and-gen-ai-35d9205e1e49>
- Hinton, G. E., Osindero, S., y Teh, Y.-W. (2006). A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets. *Neural Comput* 2006, 18(7), 1527-1554. <https://doi.org/https://doi.org/10.1162/neco.2006.18.7.1527>
- Holden Thorp, H. (26 de Enero de 2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 379(6630), 313- 313. <https://doi.org/10.1126/science.adg7879>
- IBM. (2023). ¿Qué son las redes neuronales? *IBM*. <https://www.ibm.com/es-es/topics/neural-networks>
- Ichbiah, D. (2023). *ChatGPT. ¿Quién eres?* Ediciones ENI.
- IDESCAT. (2023). <https://www.idescat.cat/emex/?id=080734ylang=es>
- IESE INSIGHT. (2 de septiembre de 2019). La odisea creativa de Stanley Kubrick. *IESE INSIGHT*. <https://www.iese.edu/es/insight/articulos/stanley-kubrick-odisea-creativa/>
- Ifrah, G. (1997). Cómo calculaban los sumerios. En L. Cruz (Ed.), *Historia universal de las cifras* (2 ed.) (pp. 301-326). Espasa Calpe SA.
- IIC. (2023). Inteligencia Artificial responsable: sesgos y explicabilidad. *Instituto de ingeniería del conocimiento*. <https://www.iic.uam.es/innovacion/inteligencia-artificial-responsable-sesgos-y-explicabilidad/>
- Ippolito, D., Yuan, A., Coenen, A., y Burnam, S. (2022). Creative Writing with an AI-Powered Writing Assistant. *ArXiv*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.05030>
- Khan, S. (10 de Agosto de 2023). Can AI help close the education gap? Sal Khan thinks so. *Unconfuse me with Bill Gates*. (B. Gates, Entrevistador). <https://www.gatesnotes.com/Unconfuse-Me-podcast-with-guest-Sal-Khan>
- Kurzweil, R. (1992). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/016224399201700310>
- Lengua Cantero, C., Bernal Oviedo, G., y Flórez Barboza, W. y. (2020). Tecnologías emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje: hacia el desarrollo del. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3), 83-98. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/reifop.435611>

- López del Paso, R. (2015). El origen de las calculadoras actuales: la Pascalina. *eXtoikos*, 17, 59.
- López Noguero, F. (2007). Metodología participativa en educación. En F. López Noguero, *Metodología participativa en la Enseñanza Universitaria* (pp. 93-94). Narcea.
- López, J. M. (20 de marzo de 2022). El ordenador que necesitó más de 150 años en ser construido. *Hipertextual*. <https://hipertextual.com/2022/03/maquina-analitica-charles-babbage>
- Lyre, H. (2020). The State Space of Artificial Intelligence. *Minds and Machine*, 30, 325-347. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11023-020-09538-3>
- Mc Graw Hill. (2024). *ALEKS*. https://www.aleks.com/about_aleks
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., y y Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- MNCN. (s.f.). Biografía de Ada Lovelace. *MNCN*. <https://www.mncn.csic.es/es/visita-el-mncn/biografia-de-ada-lovelace>
- Morillo Lozano, M. (2016). *Aprendizaje Adaptativo*. [TFM, Universidad de Valladolid]. UVADOC. <https://doi.org/https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/21000/TFM-G648.pdf>
- Mukherjee, S., Pollina, E., y More, R. (03 de abril de 2023). Technology. *REUTERS*. https://www.reuters.com/technology/germany-principle-could-block-chat-gpt-if-needed-data-protection-chief-2023-04-03/?taid=642ade47bfdda20001eaffa1yutm_campaign=trueAnthem:+Trending+Contentyutm_medium=trueAnthemyutm_source=twitter
- Muniozguren, M. (04 de agosto de 2022). Margaret Rock, entre las grandes olvidadas de Bletchley Park. *Mujeres con ciencia..* <https://mujeresconciencia.com/2022/08/04/margaret-rock-entre-las-grandes-olvidadas-de-bletchley-park/>
- Norman, J. (23 de mayo de 2024). Turing Plays the First Programmed Chess Game on Paper as a "Human Computer". *HistoryofInformation*. <https://historyofinformation.com/detail.php?id=3905>
- Okaibedi Eke, D. (2023). ChatGPT and the rise of generative AI: Threat to academic integrity? *Journal of Responsible Technology*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrt.2023.100060>
- ONU. (03 de junio de 2019). La ausencia de mujeres en el campo de la inteligencia artificial reproduce el sexismo. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2019/06/1456961>
- OpenAI. (14 de marzo de 2023). GPT-4 is OpenAI's most advanced system, producing safer and more useful responses. *OpenAI*. <https://openai.com/index/gpt-4/>

- OpenAI. (2024a). Enterprise privacy at OpenAI. *OpenAI*.
<https://openai.com/enterprise-privacy/>
- OpenAI. (25 de abril de 2024b). Doing math with OpenAI models. *OpenAI*.
<https://help.openai.com/en/articles/6681258-doing-math-with-openai-models>
- OpenAI. (07 de Mayo de 2024c). Knowledge in GPTs. *OpenAI*.
<https://help.openai.com/en/articles/8843948-knowledge-in-gpts>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2022). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. *UNESCO*.
<https://www.unesco.org/es/articulos/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>
- Pai, A. (s.f). Bag of Words Models. *Machine Learning Works*.
<https://www.machinelearningworks.com/tutorials/bag-of-words>
- Pajuelo, J. C., y Álvarez García, A. (1999). ¿Inteligencia Artificial? ¿Contra quién? *Puertas a la lectura*,(6-7), 61-68.
- Photomath. (2019). Best Practice Guidelines. *Photomath*.
- Platform OpenAI. (24 de abril de 2024). Fine-tuning. *Platform OpenAI*.
<https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/when-to-use-fine-tuning>
- Rasul, T., Nair, S., Kalendra, D., Robin, M., Santini, F., Ladeira, W., Sun, M., Day, I., Rather, A., y Heathcote, L. (2023). The Role of ChatGPT in Higher Education: Benefits, Challenges, and Future Research Directions. *Journal of Applied Learning y Teaching*, 6(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.29>
- Reagan, M. (21 de marzo de 2021). Understanding Bias and Fairness in AI Systems. *Medium*.
<https://towardsdatascience.com/understanding-bias-and-fairness-in-ai-systems-6f7fbfe267f3>
- Rockwell, A. (28 de agosto de 2017). The History of Artificial Intelligence. *SITN*.
<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- Ruiz-Miranda, E. (2023). The artificial intelligence revolution in education: a review of ChatGPT. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 10(1), 156-160. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/reipe.2023.10.1.9594>
- Sánchez Rodríguez, A., Martínez Romero, M., Rodríguez Agreda, C. J., Romero Saldarriaga, J. G., y Romero Saldarriaga, M. A. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en las prácticas educativas: Percepciones y actitudes del profesorado. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 1038-1055. <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1933>
- Sánchez, M. d. (05 de junio de 2023). Hasta chat GPT y más allá. *TIC @ Educación*.
<https://mmarsanchez.es/index.php/2023/06/05/hasta-chat-gpt-y-mas-alla/>
- Savolainen, A. (29 de septiembre de 2023). The UNESCO Courier. *Idea*.
<https://courier.unesco.org/en/articles/sal-khan-i-see-ai-additional-tool-very-powerful-one>
- Segovia Garcia, N. (2023). *Revista de Investigación en Educación*, 21(3), 335-349.
[https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.35869/reined.v21i3.4974](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.35869/reined.v21i3.4974)

- Shemshack, A., y Spector, J. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7(1), 33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>
- Somers, J. (17 de octubre de 2017). El hallazgo de hace 30 años en el que se basa toda la inteligencia artificial actual. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.es/s/9600/el-hallazgo-de-hace-30-anos-en-el-que-se-basa-toda-la-inteligencia-artificial-actual>
- Tiwari, S. (17 de febrero de 2023). Activation functions in Neural Networks. *Geeksforgeeks*. <https://www.geeksforgeeks.org/activation-functions-neural-networks/>
- Turing, A. M. (1937). On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, s2-42(1), 230-265. <https://doi.org/https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230>
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023). *Key facts UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO.
- Universitat Oberta de Catalunya. (septiembre de 2023). *Glosario: Kit de conceptos básicos*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10609/148826>
- Viteri, M. A., y Gomez-Pineda Puebla, M. I. (29 de noviembre de 2023). Inteligencia artificial y equidad de género: un espejo de nuestras sociedades. *BID*. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/inteligencia-artificial-y-equidad-de-genero-un-espejo-de-nuestras-sociedades/>
- WIRED. (06 de abril de 2023). ChatGPT: ¿cuántos datos recopila y qué hace con ellos? *WIRED*. <https://es.wired.com/articulos/chatgpt-cuantos-datos-recopila-y-que-hace-con-ellos>
- Wu, X., Duan, R., y Ni, J. (2023). Unveiling security, privacy, and ethical concerns of ChatGPT. *Journal of Information and Intelligence*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jiixd.2023.10.007>
- Zambrano, R. (13 de octubre de 2019). Diferencias entre Machine Learning y Deep Learning. *OpenWebinars*. <https://openwebinars.net/blog/diferencias-entre-machine-learning-y-deep-learning/>
- Zirpoli, C. (2023). *Generative Artificial Intelligence and Copyright Law*. Congressional Research Service.

Anexos

Índice Anexos

ANEXO I: Glosario términos tecnológicos	63
ANEXO II. Cómo personalizar un sistema de aprendizaje automático.....	66
1. Comprender el modelo	69
1.1 La base de las redes neuronales: pesos y sesgos	76
ANEXO III. Diseño y entrenamiento de CLEO.....	80
3.1 Diseño y personalización de CLEO.....	81
3.1.1 Instrucciones.....	83
3.1.2 Iniciadores de conversación.....	83
3.1.3 Conocimientos.....	84
3.1.4 Capacidades	85
3.2 Entrenamiento.....	85
3.2.1 Conclusiones del primer entrenamiento.....	89
ANEXO IV. Ajuste y segundo entrenamiento de CLEO	90
4.1 Instrucciones.....	90
4.1.1 Temperatura	90
4.1.2 Tokens	90
4.2 Conocimientos	91
4.3 Entrenamiento.....	92
4.3.1 Conclusiones del segundo entrenamiento.....	97
ANEXO V. Ajuste y optimización de CLEO.....	98
5.1 Instrucciones.....	98
5.1.1 Conclusiones del último entrenamiento:.....	101
ANEXO VI. Cómo compartir a CLEO.....	102
ANEXO VII. Resultado final de CLEO	109
ANEXO VIII. Costes de implementación.....	113

Índice de figuras

Figura 1	Panel de configuración del proyecto	66
Figura 2	Comprobación del funcionamiento del modelo.....	67
Figura 3	Fase de entrenamiento del ML	68
Figura 4	Segunda fase de entrenamiento	68
Figura 5	Red neuronal del modelo.....	69
Figura 6	Ejemplo de capacitación	70
Figura 7	Fase de codificación de texto.....	70
Figura 8	Bolsa de palabras	71
Figura 9	Análisis de la frase.....	72
Figura 10	Incrustación de palabra.....	73
Figura 11	Capas ocultas	74
Figura 12	Peso	75
Figura 13	Modelo de nodo completo con pesos y sesgo.....	76
Figura 14	Activación de nodos.....	77
Figura 15	Capa final: predicción	78
Figura 16	Análisis de la predicción	78
Figura 17	Detalle de cuenta Plus ChatGPT	80
Figura 18	Desplegable de configuración ChatGPT	80
Figura 19	Constructor de GPT	81
Figura 20	Diseño de imagen de CLEO	82
Figura 21	Descripción del chatbot.....	82
Figura 22	Iniciadores de conversación.....	83
Figura 23	Base de conocimiento.....	84
Figura 24	Capacidades del chatbot	85
Figura 25	Primera pregunta de entreno	86
Figura 26	Solicitud de ejercicio de examen.....	86
Figura 27	Poniendo a prueba la recuperación de la información.....	87
Figura 28	Consulta a ChatGPT 3.5.....	87
Figura 29	Testando el traductor	88
Figura 30	Subiendo imagen de un ejercicio	88
Figura 31	Tokenizer.....	91
Figura 32	Conocimientos	92
Figura 33	Ejercicio N° 2- año 2020	92
Figura 34	Prueba con 150 tokens y temperatura de 0,3.....	93
Figura 35	Prueba con 500 tokens y temperatura 0,5	94
Figura 36	Prueba de idioma.....	95
Figura 37	Gráfica de función.....	96
Figura 38	Código Python	97
Figura 39	Prueba de instrucciones	99
Figura 40	Comentario contextual.....	100
Figura 41	Interfaz de edición botpress	102
Figura 42	Extensión Deploy GPTs.....	103
Figura 43	Proceso de configuración en OpenAI.....	104
Figura 44	Creación de una API key en platform OpenAI.....	104

Figura 45	Proceso de configuración en botpress.....	105
Figura 46	Creación API key botpress	106
Figura 47	Fase de enlace del chatbot.....	106
Figura 48	Fase final de integración.....	107
Figura 49	Espacio de trabajo y personalización del bot.....	107
Figura 50	Código incrustado.....	108
Figura 51	Personalización de estilos	108
Figura 52	Producto final	109
Figura 53	Landing page.....	109
Figura 54	Ventana emergente del chat.....	110
Figura 55	Comentarios del chat.....	110
Figura 56	Cuadro de mandos plataforma OpenAI	111
Figura 57	Cuadro de mandos plataforma botpress.....	111
Figura 58	Analítica de eventos en botpress.....	112
Figura 59	Cuadro de mandos plataforma botpress – mes de abril.....	114
Figura 60	Coste de uso OpenAI platform	114
Figura 61	Precio de los modelos lingüísticos OpenAI platform	115
Figura 62	Analítica de uso modelo GPT-4-1106-preview.....	116

Índice de Tablas

Tabla 1	Costes directos.....	113
Tabla 2	Costes indirectos	116

ANEXO I: Glosario términos tecnológicos

Ajuste: un segundo pase de entrenamiento específico para una tarea que se realiza en un modelo previamente entrenado a fin de definir mejor sus parámetros para un caso de uso específico.

Algoritmo: secuencia de reglas dadas a una máquina de IA para realizar una tarea o resolver un problema. Los algoritmos más comunes son la clasificación, la regresión y la agrupación.

Análisis de sentimientos: también conocido como minería de opiniones, el análisis de sentimientos es el proceso de utilizar la IA para analizar el tono y la opinión de un texto determinado.

API (*Application programming interface*): una API, o interfaz de programación de aplicaciones, es un conjunto de protocolos que determinan cómo interactuarán entre sí dos aplicaciones de software. Las API suelen estar escritas en lenguajes de programación como C++ o JavaScript.

Aprendizaje automático (*Machine learning*): disciplina de la IA centrada en construir sistemas capaces de descubrir patrones en conjuntos de datos y aprovecharlos para adaptar su comportamiento.

Aprendizaje no supervisado: es un tipo de aprendizaje automático en el que un algoritmo se entrena con datos sin clasificar ni etiquetar para que actúe sin supervisión.

Aprendizaje por refuerzo: tipología de aprendizaje automático en la que la máquina aprende interactuando con su entorno y luego es recompensado o penalizado en función de sus acciones.

Aprendizaje profundo (*Deep learning*): es una función de la IA que imita al cerebro humano aprendiendo de cómo estructura y procesa la información para tomar decisiones. En lugar de depender de un algoritmo que solo puede realizar una tarea específica, este subconjunto del aprendizaje automático puede aprender de datos no estructurados sin supervisión.

Aprendizaje supervisado: es un tipo de aprendizaje automático en el que se utilizan datos previamente clasificados por personas para entrenar a la máquina y producir los algoritmos correctos. Es mucho más común que el aprendizaje no supervisado.

Asistente virtual: herramienta de IA que es capaz de entender las preguntas o demandas de personas formuladas con lenguaje natural, y puede atenderlas emulando conversaciones humanas en formato chat, mediante voz o texto.

Big data: grandes conjuntos de datos que pueden estudiarse para revelar patrones y tendencias que apoyen la toma de decisiones. En la fase de entrenamiento, la IA analiza estas cantidades ingentes de datos para modelar los patrones que usará.

Bot/chatbot: aplicación informática diseñada para imitar una conversación humana mediante comandos de texto o voz. Los chatbots son los tipos de bots más comunes.

ChatGPT: es una forma abreviada de "chat con modelo de lenguaje GPT" y se refiere a la interacción entre un usuario y un modelo de lenguaje GPT entrenado para generar respuestas coherentes y relevantes a partir de la entrada del usuario.

Datos de entrenamiento: son la información o los ejemplos que se dan a un sistema de IA para que pueda aprender, encontrar patrones y crear nuevos contenidos.

GPT (Transformador Generativo Preformado): una familia de grandes modelos de lenguaje basados en transformadores (*Transformers*) y desarrollados por OpenAI.

Home page: portada, página inicial. Es la primera página de un servidor WWW.

Hosting: servicio de Web Hosting consiste en el almacenamiento de datos, aplicaciones o información dentro de servidores diseñados para llevar a cabo esta tarea.

HTML (Hyper Text Mark-up Language): lenguaje empleado para la creación de páginas Web.

IA (inteligencia artificial): es la simulación de procesos de inteligencia humana por máquinas o sistemas informáticos. La IA puede imitar capacidades humanas como la comunicación, el aprendizaje y la toma de decisiones.

IA Generativa (GenAI): tipología de IA centrada en la creación de contenido de varios tipos, como texto, imágenes, audio, vídeo, código informático, etc. A partir del entrenamiento de un sistema, dicho sistema puede identificar patrones en los datos a partir de los cuales es capaz de generar nuevo contenido.

Latencia (red): es el tiempo que tarda un paquete en viajar desde el origen al destino.

LLM (large language model): un gran modelo lingüístico (LLM) es un modelo de inteligencia artificial que se ha entrenado con grandes cantidades de texto para que pueda entender el lenguaje y generar texto similar al humano. GPT-4 (la base de ChatGPT) es un ejemplo de modelo grande de lenguaje.

Modelo lingüístico: modelo que estima la probabilidad de que un token o secuencia de tokens aparezca en una secuencia más larga de tokens. Muchos modelos que evalúan texto no son modelos de lenguaje. Por ejemplo, los modelos de clasificación de texto y los modelos de análisis de sentimiento no son modelos de lenguaje.

No code: programación sin código o también definida como programación visual, prescinde de lenguajes de codificación para que la creación sea un proceso más visual y sencillo.

PLN (procesamiento del lenguaje natural): es un tipo de IA que permite a los ordenadores comprender el lenguaje humano hablado y escrito. El PLN permite funciones como el reconocimiento de texto y voz en los dispositivos. La traducción automática, el reconocimiento de voz, los chatbots o los motores de búsqueda usan esta tecnología.

Plugin: es una aplicación que agregan nuevas herramientas a la configuración de un blog o página web.

Prompt: instrucción o indicaciones que el usuario envía a los sistemas de IA para que realicen una determinada acción. Usualmente, se crean en forma de texto, pero también con imágenes, vídeos, etc. La IA, basándose en los algoritmos y el

aprendizaje automático recibido, interpreta el prompt y facilita la respuesta que considere más adecuada.

Red neuronal: es una técnica de aprendizaje profundo diseñada para asemejarse a la estructura del cerebro humano. Las redes neuronales requieren grandes conjuntos de datos para realizar cálculos y crear resultados, lo que permite funciones como el reconocimiento de voz y visión.

Redes neuronales artificiales (ANN): Sistema algorítmico cuyo diseño se inspiró en un principio de forma esquemática en el funcionamiento de las neuronas biológicas y que, posteriormente, se acercó a los métodos estadísticos. La llamada neurona formal se concibe como un autómata dotado de una función de transferencia que transforma sus entradas en salidas según reglas lógicas, aritméticas y simbólicas precisas. Ensambladas en una red, estas neuronas formales son capaces de operar rápidamente clasificaciones y aprender gradualmente a mejorarlas.

Sesgo: Anomalía en la respuesta ofrecida por un algoritmo de IA. Generalmente, tiene lugar debido a prejuicios (raciales, de género o culturales) que el algoritmo integra durante el entrenamiento, o bien directamente por prejuicios que forman parte de los propios datos usados en el entrenamiento.

Temperatura: es un hiperparámetro que controla el grado de aleatorización de la salida de un modelo. Las temperaturas más altas generan resultados más aleatorios, mientras que las temperaturas más bajas generan resultados menos aleatorios.

Token: un token es una unidad básica de texto que un LLM utiliza para comprender y generar lenguaje. Un token puede ser una palabra entera o partes de una palabra. En un modelo de lenguaje, los tokens se utilizan para generar texto al predecir qué token es más probable que siga dados los tokens anteriores.

Transformador: es un modelo de aprendizaje profundo para el procesamiento del lenguaje natural (PLN). Se basa en una red neuronal de codificador-decodificador que se utiliza para tareas de PLN, como la traducción automática, la generación de texto y el reconocimiento de voz.

ANEXO II. Cómo personalizar un sistema de aprendizaje automático

En el siguiente ejemplo de personalización de un sistema de aprendizaje automático se hará uso de una herramienta web como *Machine Learning for kids*. Este instrumento ofrece una introducción al aprendizaje automático a través de una experiencia práctica para entrenar estos tipos de sistemas y construir cosas con ellos.

Consiste en un sencillo entorno de aprendizaje guiado para entrenar modelos de aprendizaje automático capaces de identificar texto, números o imágenes.

El área del aprendizaje automático se divide en subáreas, categorizadas como:

1. Aprendizaje supervisado.
2. Aprendizaje no supervisado.
3. Aprendizaje por refuerzo.

En el caso práctico que llevamos a cabo, se trata de un aprendizaje supervisado, puesto que seremos nosotros quienes dotaremos al sistema de ejemplos y supervisaremos la tarea de entrenamiento.

Para la práctica que se ha decidido poner a prueba, es una sencilla aplicación para reconocer enunciados teóricos de problemas de ecuaciones de primer y segundo grado para que pueda finalmente clasificarlos en dos clases (Figura 1).

Se ha dispuesto que el tipo de datos que reconozca sea texto. Como se ha comentado antes, solamente se han dispuestos dos categorías, la primera como Ecuaciones de 1er grado y la segunda como Ecuaciones de 2do grado.

Figura 1
Panel de configuración del proyecto



Se ha creado las dos etiquetas de categoría, y se han cargado en primer lugar 5 ejemplos de enunciados de ecuaciones de primer grado y 5 ejemplos de enunciados que pertenecen a la categoría de ecuaciones de segundo grado. Es evidente que la cantidad de datos es insuficiente, pero se decide seguir adelante con la prueba.

Al ejecutar el entrenamiento del modelo, procedemos a probar con varias sentencias y ver el grado de confianza de las respuestas, como se puede ver en la Figura 2.

Figura 2
Comprobación del funcionamiento del modelo

The screenshot shows a user interface for testing a model. At the top, a grey box contains the question "¿Qué has hecho hasta ahora?". Below this, three separate white boxes show the results of different inputs. Each box starts with the instruction "Añade texto para ver cómo lo identifica tras el entrenamiento." followed by an input field and the model's classification result.

Input	Identified as	Confidence
La mitad de un número multiplicada por su quinta parte es igual a 160	Ecuaciones_de_1er_grado	72%
$x+1$	Ecuaciones_de_1er_grado	28%
$x^2+x=4$	Ecuaciones_de_1er_grado	65%

Añadimos varias sentencias en formato texto y otra en formato ecuación. En aquellas entradas en formato ecuación, el modelo ha fallado puesto que no había sido entrenado para reconocer este tipo de dato. Como el error de confianza era alto, se procedió a introducir cinco ejemplos más en cada categoría (Figura 3).

Se procede a entrenar y evaluar nuevamente para comprobar, nuevamente, el grado de confianza de las respuestas. Los datos son conformes para un modelo que solamente ha sido adiestrado con muy poca información (Figura 4).

Figura 3
Fase de entrenamiento del ML

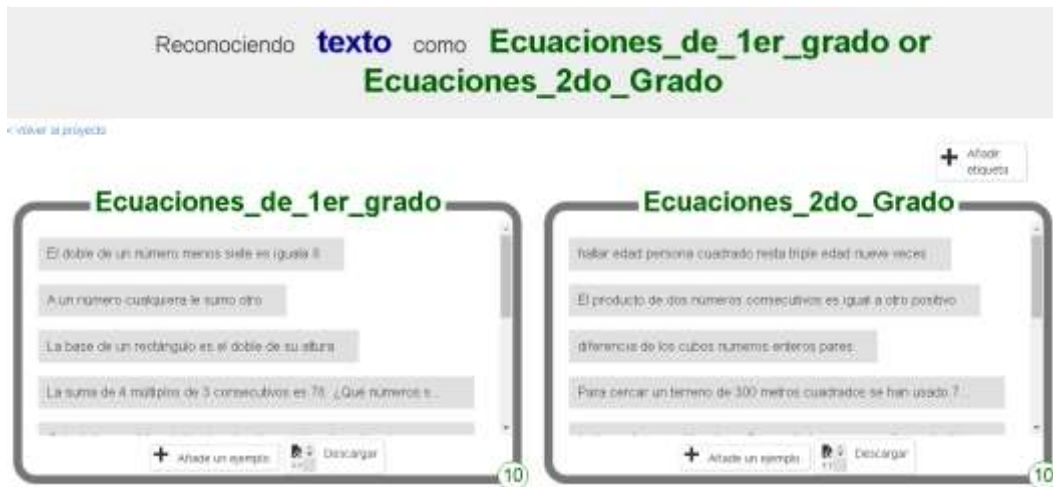


Figura 4
Segunda fase de entrenamiento



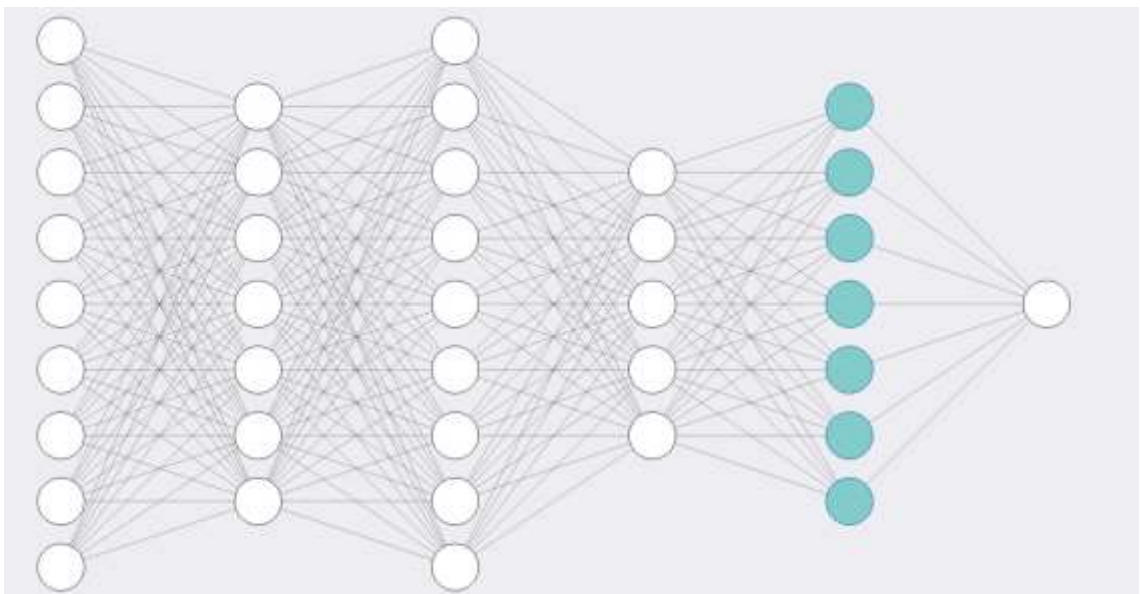
1. Comprender el modelo

El tipo de modelo de aprendizaje automático que se entrenó en este proyecto se llama red neuronal (Figura 5).

Las redes neuronales, también conocidas como redes neuronales artificiales (ANN) son un subconjunto de aprendizaje automático y constituyen el eje de los algoritmos de aprendizaje profundo. Se inspiran en el cerebro humano, e imitan la forma en la que las neuronas biológicas se señalan entre sí.

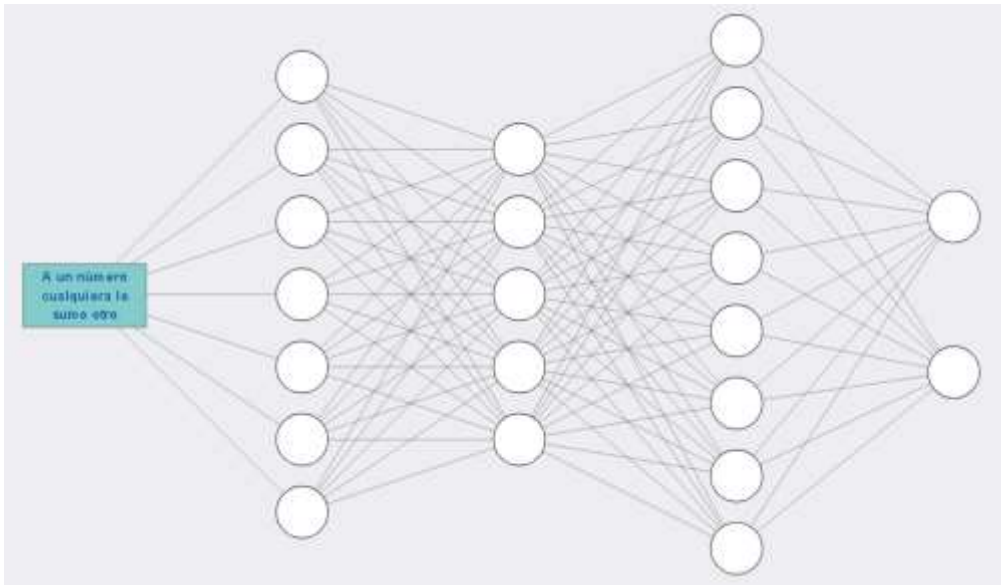
Las redes neuronales artificiales (ANN) están formadas por capas de nodos, que contienen una capa de entrada, una o varias capas ocultas y una capa de salida. Cada nodo, o neurona artificial, se conecta a otro y tiene un peso y un sesgo (umbral) asociados. Si la salida de un nodo individual está por encima del valor de umbral especificado, dicho nodo se activa y envía datos a la siguiente capa de la red. De lo contrario, no se pasan datos a la siguiente capa de la red (IBM, 2023).

Figura 5
Red neuronal del modelo



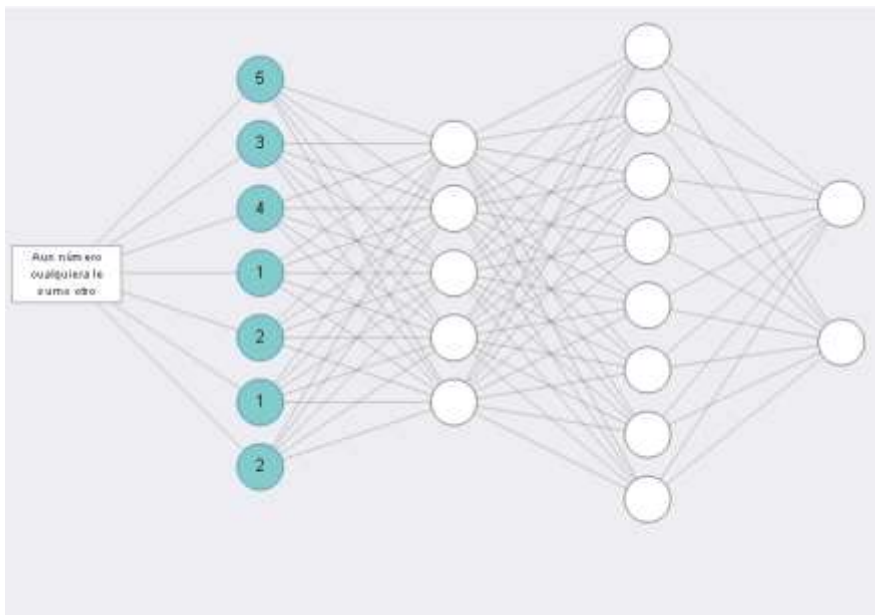
El modelo está formado por nodos, dispuestos en capas verticales. Los modelos con muchas capas se describen como profundos. Los modelos profundos pueden dar mejores resultados, pero tardan más en entrenarse. Se comienza con uno de los ejemplos de entrenamiento utilizados para crear el modelo. El ejemplo de capacitación se muestra como entrada a la izquierda (Figura 6).

Figura 6
Ejemplo de capacitación



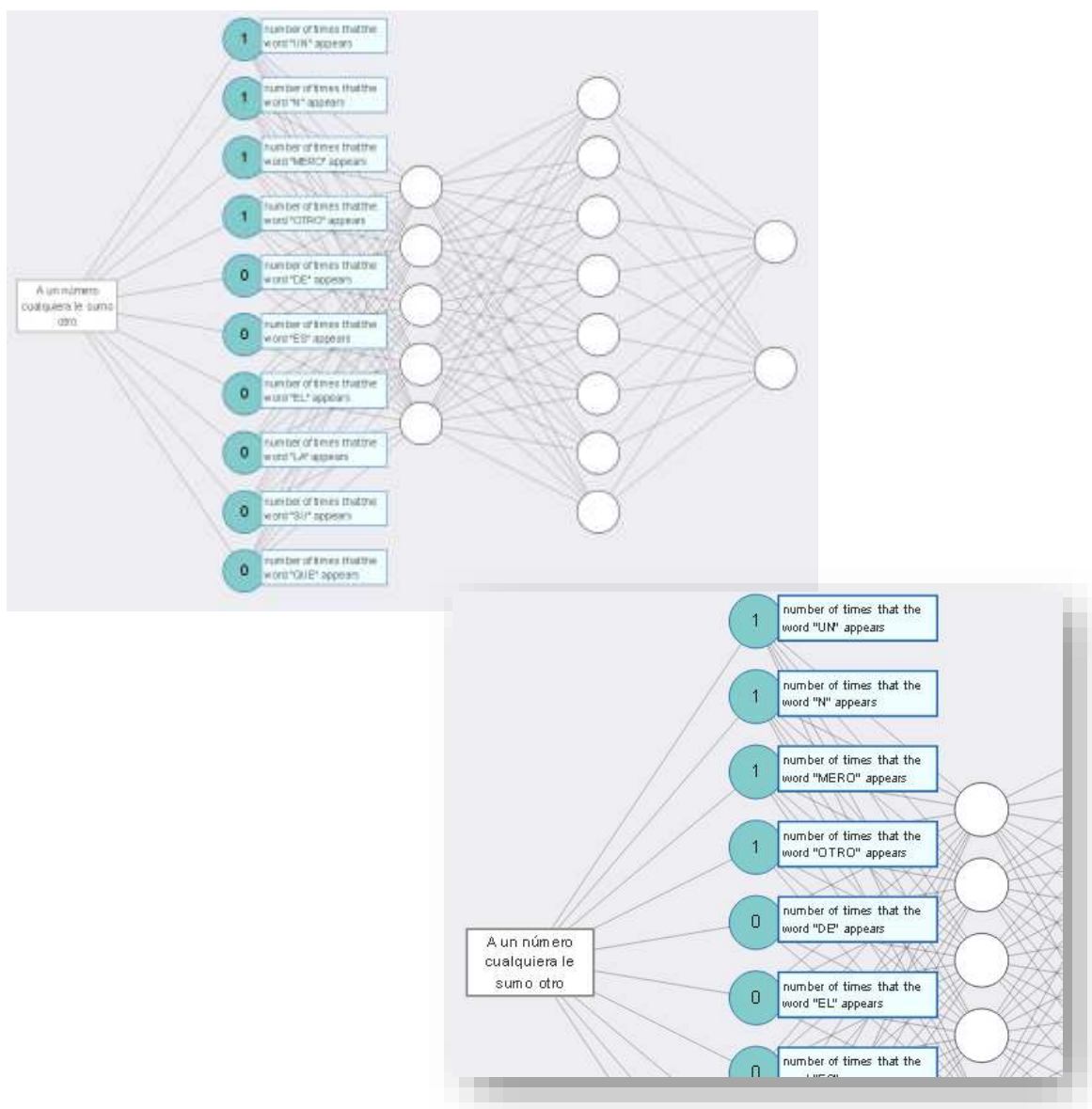
Para utilizar el ejemplo de capacitación para entrenar el modelo, primero el texto debe convertirse en una serie de números. Hay muchas formas de hacer esto. Esta etapa se llama codificación de texto (*encoding*). Que es un proceso para convertir texto significativo en representación numérica/vectorial para preservar el contexto y la relación entre palabras y oraciones, de modo que una máquina pueda comprender el patrón asociado en cualquier texto y pueda distinguir el contexto de las oraciones (Bose, 2020). Una forma de convertir texto en números es hacer que cada número cuente cuántas veces se incluye una palabra (Figura 7).

Figura 7
Fase de codificación de texto



El modelo de bolsa de palabras (*bag of words*) es una forma de representar datos de texto al modelar texto con algoritmos de aprendizaje automático (Figura 8). Para que el modelo de bolsa de palabras funcione bien, normalmente se debe eliminar las palabras vacías del texto de entrada. Las *palabras vacías*¹ son palabras que no aportan mucho significado adicional a una oración. Por lo general, las palabras de procesamiento del lenguaje natural nos proporcionan una lista de palabras vacías para que podamos iterar sobre el conjunto de datos y eliminarlas. Además de eliminar las palabras vacías, se debe convertir cada letra en minúscula y eliminar cualquier símbolo, número o puntuación superflua (Pai, s.f).

Figura 8
Bolsa de palabras

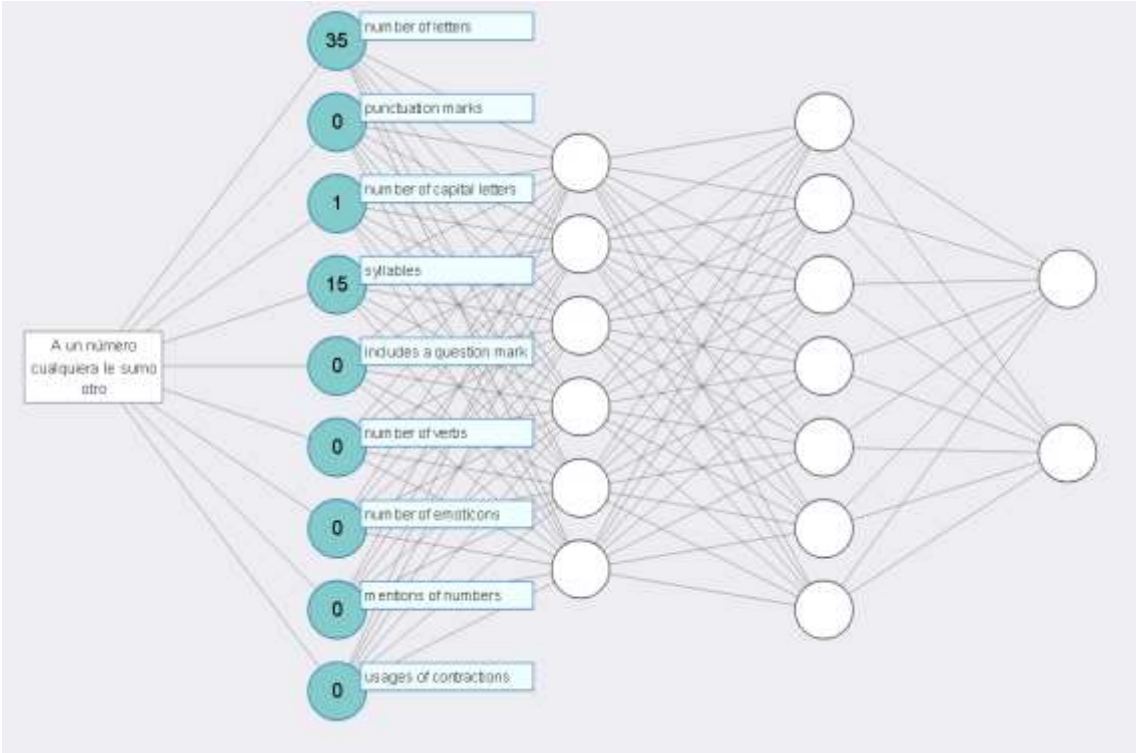


¹ Palabras sin significado como artículos, pronombres o preposiciones.

Hay otras cosas que se pueden contar, como vemos en la figura siguiente. Las cosas que son útiles contar dependen del proyecto que se esté haciendo y de lo que quiera que el modelo aprenda para así, reconocer patrones. Contar cosas es rápido y sencillo, pero no tan bueno para proyectos en los que el orden de las palabras es importante.

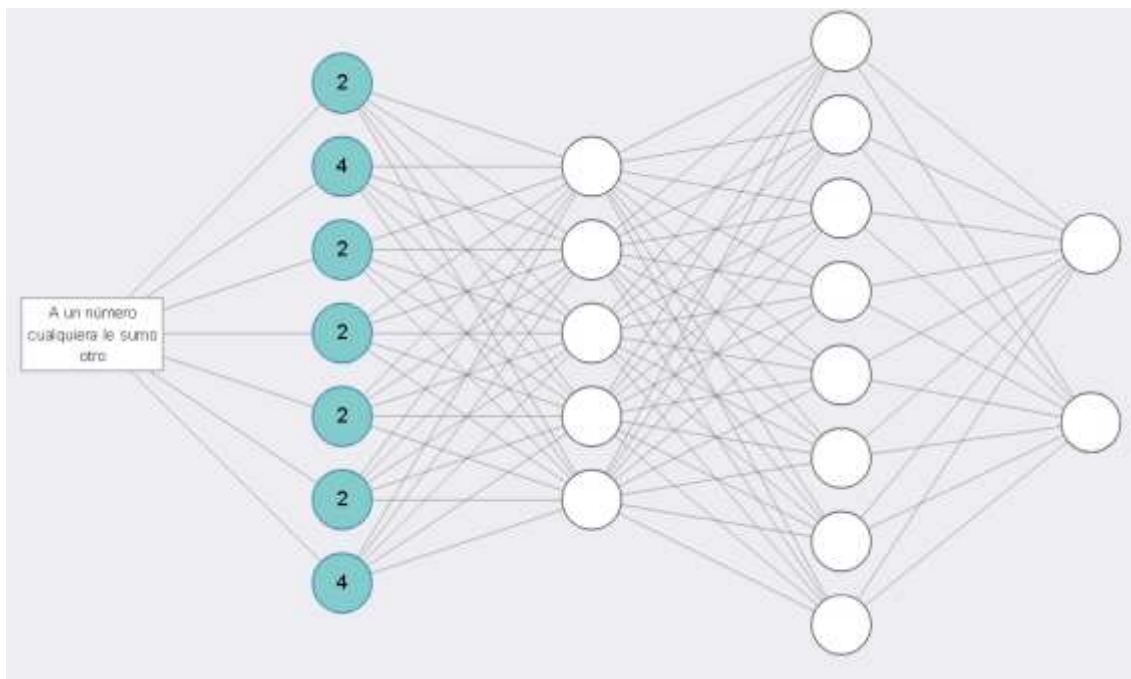
En el procesamiento del lenguaje natural (PLN), la extracción de características es una tarea fundamental que implica convertir datos de texto sin formato a un formato que pueda procesarse fácilmente mediante algoritmos de aprendizaje automático. Hay varias técnicas disponibles para la extracción de características en PNL, cada una con sus propias fortalezas y debilidades (Eskandar, 2023).

Figura 9
Análisis de la frase



Nota. Clasificación de texto de extracción de características (*feature extraction*).

Figura 10
Incrustación de palabra

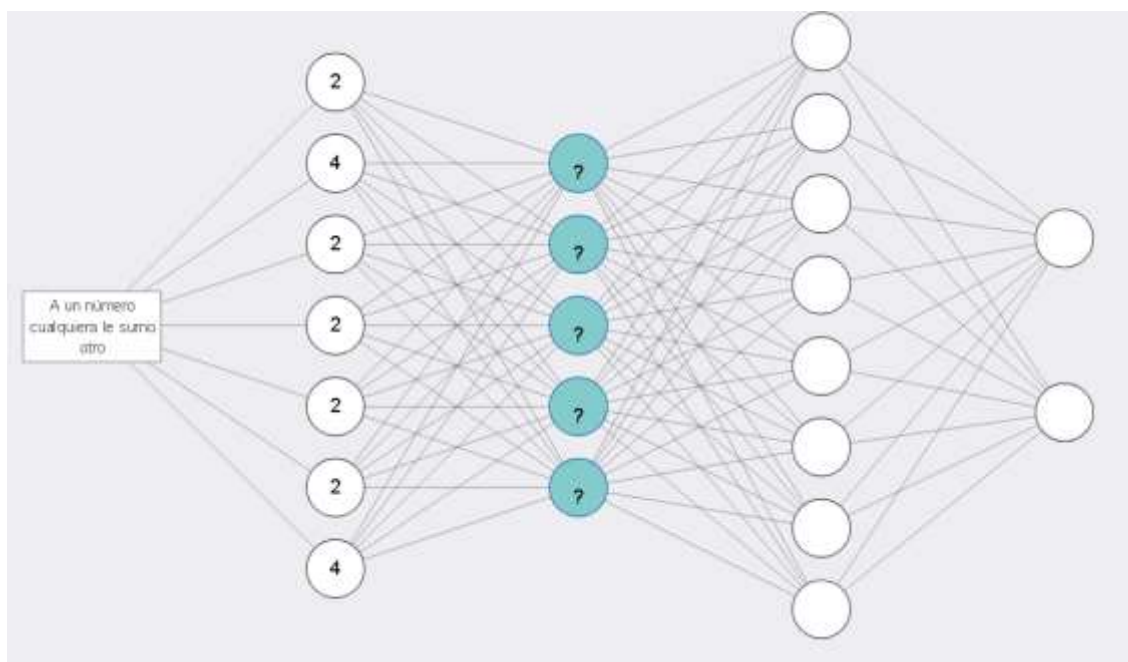


Nota. Los valores que se muestran en los nodos de entrada son las codificaciones que ha hecho el método.

La incrustación de palabras (*word embedding*) es una de las técnicas más utilizadas en el procesamiento del lenguaje natural (PNL). Es precisamente debido a la incrustación de palabras que los modelos de lenguaje como RNN, LSTM, ELMO, BERT, AIBERT, GPT-2 hasta el más reciente GPT-3 han evolucionado a un ritmo asombroso. Este método convierte los objetos del mundo real en representaciones matemáticas complejas que capturan las propiedades y relaciones entre los datos del mundo real (Figura 10). Los sistemas IA realizan incrustaciones de manera automatizada durante el proceso de entrenamiento y las van utilizando cuando así lo requieran (Amazon Web Services, s.f.). En otras palabras, las incrustaciones convierten los datos brutos en valores continuos que los modelos de ML pueden interpretar.

Estos algoritmos son rápidos y pueden generar secuencias lingüísticas y otras tareas posteriores con gran precisión, incluida la comprensión contextual, las propiedades semánticas y sintácticas, así como la relación lineal entre palabras. Básicamente, estos modelos utilizan la incrustación como método para extraer patrones de secuencias de texto o voz (Barla, 2023).

Figura 11
Capas ocultas



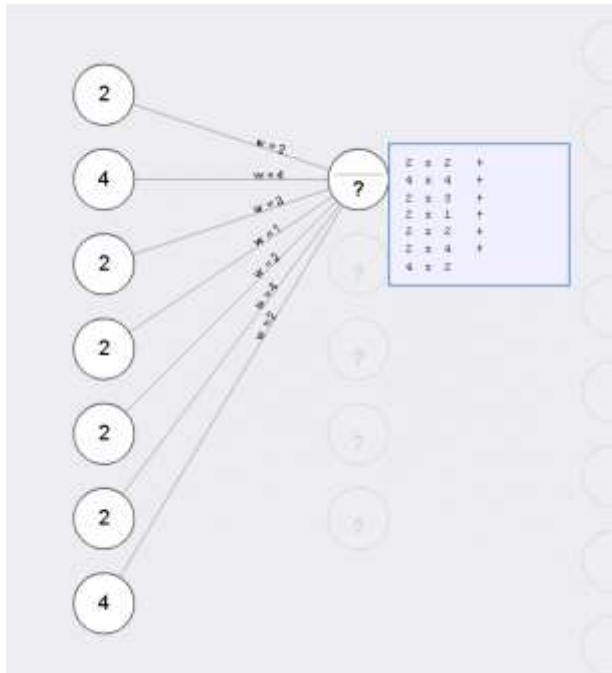
Los números de la capa de entrada se convierten en sumas que calculan los valores de los nodos de la siguiente capa. Las líneas en el diagrama muestran qué valores de entrada se utilizan para calcular qué valores en la siguiente capa.

Las capas ocultas (*hidden layer*) son las etapas intermedias entre la entrada y la salida en una red neuronal. Son responsables de aprender las intrincadas estructuras de los datos y de hacer de las redes neuronales una herramienta poderosa para una amplia gama de aplicaciones, desde el reconocimiento de imágenes y voz hasta el procesamiento del lenguaje natural y más (Figura 11).

Las capas ocultas son esenciales para que las redes neuronales resuelvan problemas complejos. Permiten que la red realice la extracción de características, que es el proceso de identificar y separar la información relevante de los datos de entrada necesarios para hacer predicciones o decisiones (Deepai, s.f). En este punto la aplicación no nos muestra qué método utilizan en las capas internas.

La función de activación (*action functions*) decide si una neurona debe activarse o no calculando la suma ponderada y agregándole un sesgo adicional. El propósito de la función de activación es introducir no linealidad en la salida de una neurona. La red neuronal tiene neuronas que funcionan en correspondencia con el peso, el sesgo y su respectiva función de activación. En una red neuronal, actualizaríamos los pesos y sesgos de las neuronas en función del error en la salida. Este proceso se conoce como retropropagación.

Figura 12
Peso



Nota. Cada línea del diagrama tiene un número de peso.

Una red neuronal sin una función de activación es esencialmente un modelo de regresión lineal. La función de activación realiza una transformación no lineal de la entrada, haciéndola capaz de aprender y realizar tareas más complejas (Tiwari, 2023). Las funciones de activación comunes incluyen sigmoide, tanh y ReLU (Unidad lineal rectificada). Esta última es una función común utilizada en redes neuronales.

Cada valor de entrada se multiplica por el valor de la línea que lo conecta, posteriormente todos estos se suman, luego se agrega al valor del nodo en sí. Los pesos (w) y los sesgos (b) en una red neuronal son parámetros fundamentales que la red ajusta a través del proceso de entrenamiento para poder realizar tareas como la clasificación, la regresión, entre otras (Figura 12). Estos parámetros son esenciales para determinar la salida de cada neurona en la red, influenciando cómo las entradas (datos de entrada) se transforman en salidas (predicciones) (OpenAI, 2024).

De esta manera, una conexión se modela mediante un peso, que determina cuánta información de una neurona se transmite a la siguiente durante la propagación hacia delante. Cada línea del diagrama tiene un número de **peso (w)** que se utiliza en la suma. En el modelo, los pesos se asignan aleatoriamente o mediante alguna técnica de inicialización específica, como la inicialización de Xavier/Glorot o He, dependiendo de la función de activación utilizada en la red. Cada nodo del diagrama tiene un número de **sesgo (b)** que también se utiliza en la suma. Entrenar el modelo también es la forma en que calculamos el número de sesgo correcto, como verá en un momento.

1.1 La base de las redes neuronales: pesos y sesgos

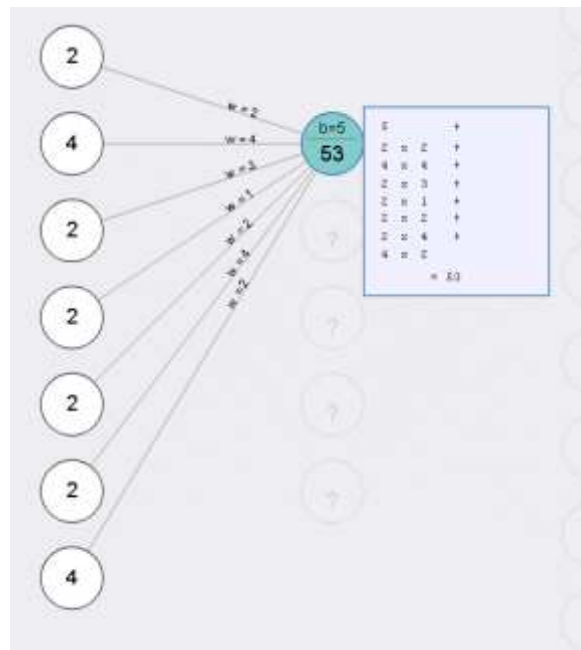
Imagine, el lector, una red neuronal como una red compleja de nodos interconectados, cada uno de los cuales representa una unidad computacional conocida como neurona. Estas neuronas trabajan juntas para procesar información y producir resultados. Sin embargo, no todas las conexiones entre neuronas son iguales. Aquí es donde entran en juego los pesos.

Los pesos son valores numéricos asociados con las conexiones entre neuronas. Determinan la fuerza de estas conexiones y, a su vez, la influencia que tiene la salida de una neurona sobre la entrada de otra neurona. Piense en las ponderaciones como los coeficientes que ajustan el impacto de los datos entrantes. Pueden aumentar o disminuir la importancia de información específica.

Si bien los pesos determinan la fuerza de las conexiones entre las neuronas, los sesgos proporcionan una capa adicional crítica de flexibilidad a las redes neuronales. Los sesgos son esencialmente constantes asociadas con cada neurona. A diferencia de los pesos, los sesgos no están conectados a entradas específicas, sino que se agregan a la salida de la neurona (Figura 13).

Los sesgos sirven como una forma de compensación o umbral, permitiendo que las neuronas se activen incluso cuando la suma ponderada de sus entradas no es suficiente por sí sola. Introdúcen un nivel de adaptabilidad que garantiza que la red pueda aprender y hacer predicciones de forma eficaz. (Geeksforggeeks, 2023).

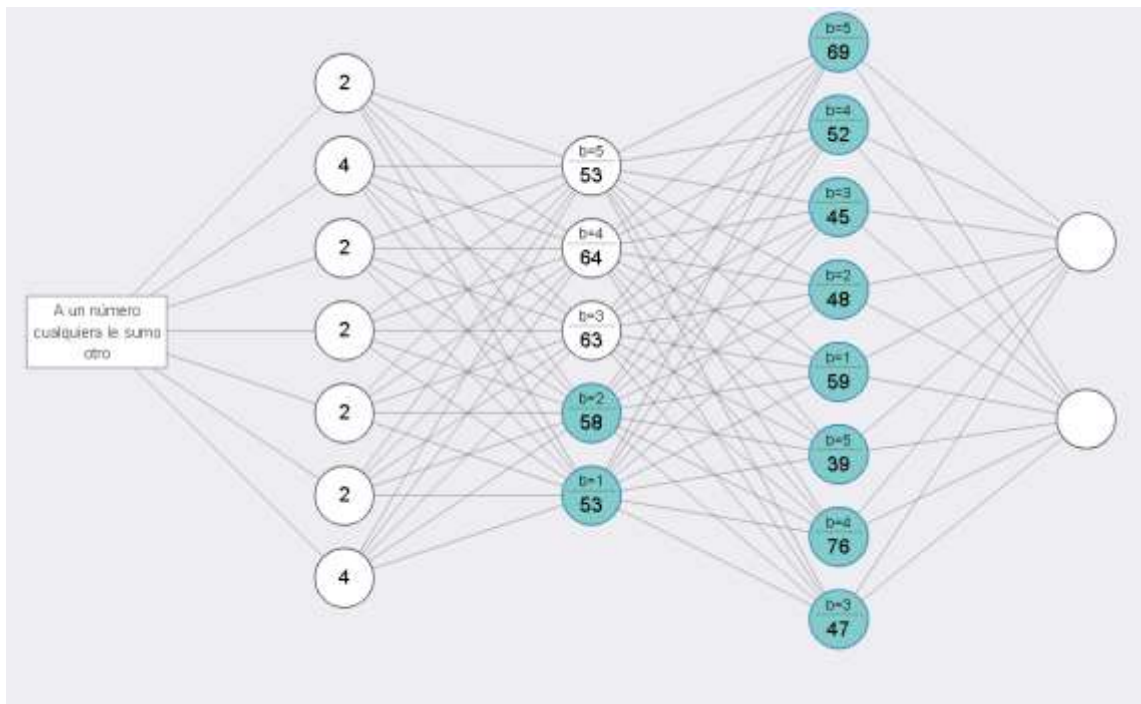
Figura 13
Modelo de nodo completo con pesos y sesgo



En este punto, es bueno recordar que el ejemplo de entrenamiento era: "A un número cualquiera le sumo otro", los nodos correspondientes a las palabras "a" "un" "número" y "sumo" "otro" tendrán valores de activación.

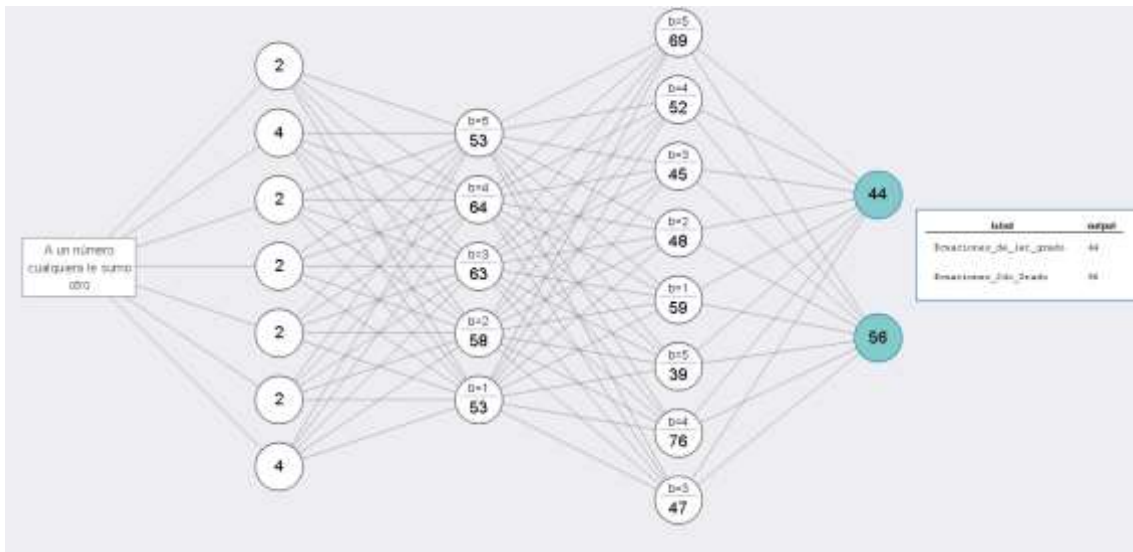
Los valores de sesgo b igual a 1, 2, 3, 4 y 5 corresponderían a la posición de estos nodos en la capa de entrada de la red neuronal, lo que permite que el modelo sepa qué nodos se activan para esta entrada. En la Figura 14, vemos que los nodos con sesgo 1 y 2 están activados.

Figura 14
Activación de nodos



Nota. Este proceso continúa durante el resto del modelo.

Figura 15
Capa final: predicción



La capa final proporciona la predicción del modelo de aprendizaje automático. Hay un nodo para cada segmento (etiquetas creadas) que se agregaron a los datos de entrenamiento (Figura15). La capa de salida (*output layer*) en una red neuronal artificial es la última capa de neuronas que produce determinadas salidas para el programa. Aunque están hechas de manera muy similar a otras neuronas artificiales en la red neuronal, las neuronas de la capa de salida pueden construirse u observarse de una manera diferente, dado que son los últimos nodos "actores" de la red.

La predicción se compara con la respuesta correcta (el grupo de entrenamiento en el que se coloca este ejemplo). La diferencia se describe como tasa de error y nos dice qué tan bien le está yendo al modelo de aprendizaje automático en esta etapa del entrenamiento, se puede observar en la Figura 16. En el modelo de muestra se ve que la etiqueta correspondiente a *Ecuaciones_1er_grado* tiene una predicción de 44 y la etiqueta correspondiente a *Ecuaciones_ 2n_grado* un valor de 56.

La columna *Training* con los valores 100/0, indica que, durante el entrenamiento, el modelo ha predicho correctamente el 100% de los ejemplos en una de las categorías, pero no ha predicho correctamente ninguno de los ejemplos en la otra. La columna *Error* con los valores -56/ +56, sugiere que el modelo ha cometido un error en la clasificación de todos los ejemplos de una categoría, pero no de la otra.

Figura 16
Análisis de la predicción

label	output	training	error
Ecuaciones_de_1er_grado	44	100	-56
Ecuaciones_2do_Grado	56	0	+56

En definitiva, el modelo está prediciendo correctamente una categoría, pero no la otra durante el entrenamiento y todos los errores están relacionados con la clasificación incorrecta de la otra. Esto apunta que el modelo puede estar teniendo dificultades para distinguir entre estas dos clases y podría requerir ajustes adicionales durante el entrenamiento para mejorar su desempeño, es decir, suministrar más ejemplos, variados, fiables y no sesgados. Lo cual, es entendible, ya que solo se ha entrenado con diez ejemplos para cada etiqueta.

La función de pérdida o también llamada función de error (*lost function*), es un proceso matemático que cuantifica el margen de error entre la predicción de un modelo y el valor objetivo real (Alake, 2023).

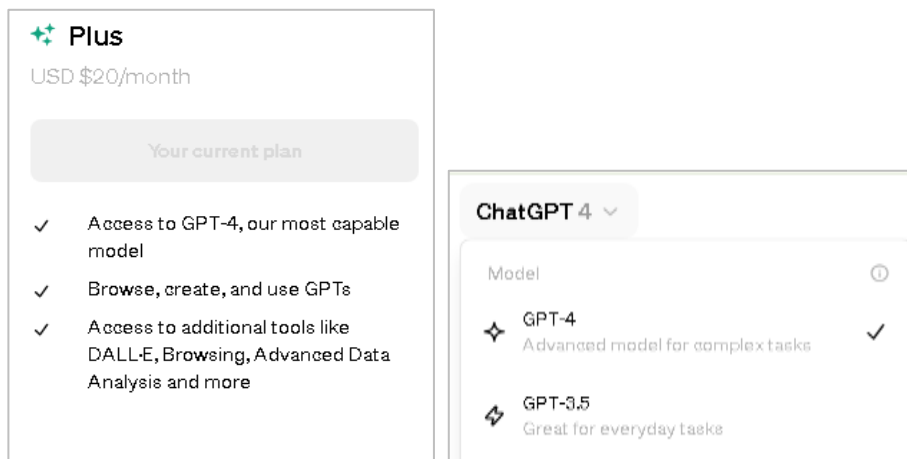
Finalmente, la tasa de error hace que el modelo ejecute la retro propagación. Este proceso involucrado en el entrenamiento de una red neuronal, implica tomar la tasa de error de una propagación hacia adelante y alimentar esta pérdida hacia atrás a través de las capas de la red neuronal para ajustar los pesos (Al-Masri, 2023).

La tasa de error se utiliza para retroceder a través de las capas y empujar los números para cada una de las líneas y nodos. Cada número de ponderación y sesgo aumenta o disminuye un poco, dependiendo de lo que hubiera hecho que la tasa de error fuera un poco menor.

ANEXO III. Diseño y entrenamiento de CLEO

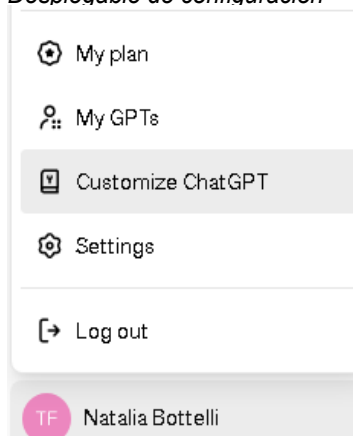
Para empezar a diseñar el proyecto, se crea una cuenta plus en la web de ChatGPT, tal como se puede observar en la Figura 17, la cuenta plus conlleva un desembolso mensual. Se ha optado pagar porque es la cuenta que habilita la accesibilidad para navegar, crear y utilizar el modelo, ChatGPT4.

Figura 17
Detalle de cuenta Plus ChatGPT



Para empezar a crear un GPT², se nos habilita en el desplegable de configuración de cuenta la función *MyGPTs*. Una vez se ejecuta la función se abre una sección privada donde aparecen todos los GPT que se han creado previamente. Al ser la primera vez, el listado está vacío.

Figura 18
Desplegable de configuración



² Generative Pre-trained Transformer

Una vez se da al botón de crear un GPT, se abre la interfaz del Constructor de GPT, tal como se muestra en la figura 19. Este constructor permite simplificar el proceso de personalización del modelo, da la opción de crear mediante un asistente, lo que es ventajoso para usuarios con poco perfil técnico o bien la posibilidad de Configurar por nuestros medios el GPT, si se tiene conocimientos de programación.

Figura 19
Constructor de GPT

The screenshot shows the 'New GPT' configuration page. At the top left, there is a back arrow and the text 'New GPT' with a 'Draft' status. Below this, there are two buttons: 'Create' and 'Configure'. In the center, there is a large dashed circle with a plus sign. Below this, there are several form fields: 'Name' with a text input field containing 'Name your GPT'; 'Description' with a text input field containing 'Add a short description about what this GPT does'; 'Instructions' with a larger text area containing 'What does this GPT do? How does it behave? What should it avoid doing?'; 'Conversation starters' with a text input field and a clear button; and 'Knowledge' with a note about file uploads and an 'Upload files' button.

3.1 Diseño y personalización de CLEO.

Lo primero que se debe definir es el nombre del GPT, en el presente caso se opta por un nombre femenino, CLEO. También es el momento de personalizar la imagen o avatar que se quiera conferir al bot. Para el diseño se utiliza un GPT personalizado, de la tienda de GPTs, especializado en realizar logos utilizando la herramienta DALL-E de generación de imágenes.

La instrucción dada para la generación de la imagen es la siguiente: *avatar para una experta en matemáticas que genera confianza y se ve como una educadora innovadora. Esta versión integra tecnología avanzada en su enseñanza, destacando su dominio sobre conceptos matemáticos complejos y una prominente presencia de símbolos matemáticos. La representación se enfoque más en su rol profesional que*

en su figura física, evitando elementos robóticos y destacando su competencia y autoridad en el campo de las matemáticas. La mujer tiene canas. Después de varios intentos la imagen creada y aprobada se puede apreciar en la figura.

Figura 20
Diseño de imagen de CLEO



Nota: Imagen creada con LOGO (GPT Personalizado). Fuente: <https://chatgpt.com/g/g-pCq5xaCri-logo>

Como segundo paso, en la siguiente casilla *Description*, se define el propósito general del GPT y es la descripción que aparecerá en la interfaz de ChatGPT. Esta definición hará que el chatbot interprete las entradas y genere las respuestas en el contexto deseado, debe ser explicativo y dar noción sobre en qué aspectos está especializado (Figura 21).

Figura 21
Descripción del chatbot



3.1.1 Instrucciones.

Para la siguiente fase del diseño, se especifican los parámetros que influirán en el comportamiento del modelo. Se focaliza en tres aspectos:

1. **Tono y Estilo:** se define el tono de las respuestas (formal, informal, amigable, técnico, etc.). Este punto es importante para asegurar que las interacciones con los usuarios reflejen la voz y la adecuación al contexto de uso.
2. **Dominio de Conocimiento:** se debe especificar el dominio o la especialización del modelo, como tecnología, educación o derecho, para ayudar a concentrar el entrenamiento del modelo en las áreas relevantes y mejorar su precisión.
3. **Límites y Restricciones:** se debe configurar cualquier límite en el tipo de contenido que el modelo puede generar, se podría incluir la filtración de contenido sensible o inapropiado, por ejemplo.

A continuación, se detalla las instrucciones (*prompts*) para CLEO:

#Rol: eres una profesora experta en matemáticas y en metodologías de aprendizaje

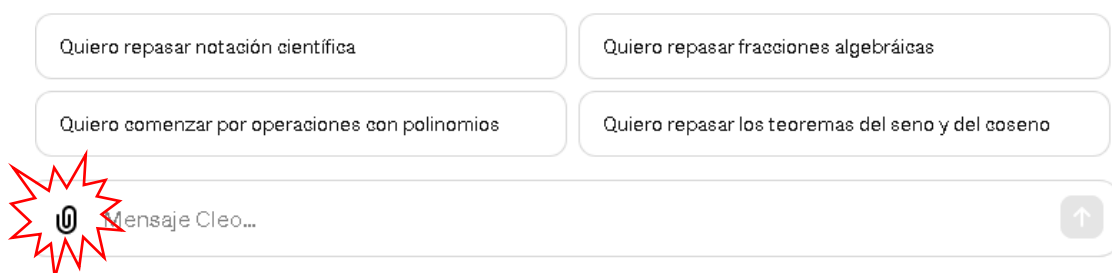
#Contexto: tus alumnos son jóvenes que quieren preparar el examen de acceso a ciclos formativos de grado superior de formación profesional de la Generalitat de Catalunya. Hablan distintos idiomas y debes adaptarte a la lengua que ellos utilicen.

#Instrucción: Sobre el tema que quieran repasar, genera modelos de problemas adaptados según el contenido de archivos. Más allá de la mera generación de problemas, guía meticulosamente a través de cada paso de la solución, garantizando la claridad y la plena comprensión.

3.1.2 Iniciadores de conversación.

Una herramienta valiosa a la hora de propiciar el inicio de una conversación con el chatbot son los *conversation starter* o iniciadores de conversación, son frases que buscan romper el hielo en la conversación o bien, como es el caso, acotar puntos del temario para empezar a profundizar en el estudio. Se han propuesto cuatro preguntas con distintos objetivos específicos (Figura 22).

Figura 22
Iniciadores de conversación



Nota: Una función interesante que tiene GPT4, es que se puede subir imágenes o captura de ejercicios para que nos proporcione ayuda sobre él.

3.1.3 Conocimientos.

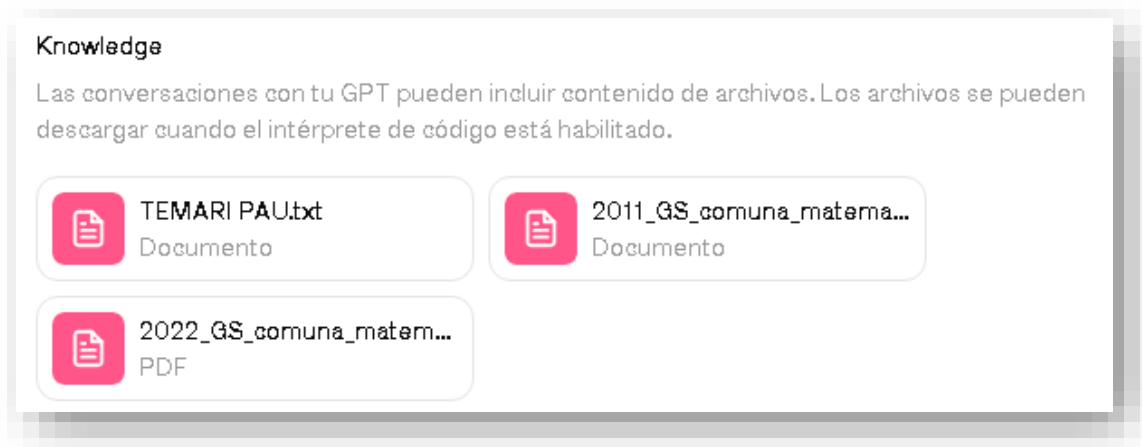
La base de conocimiento permite conformar un repositorio de información, es la herramienta más potente de personalización. Con ella mejora significativamente el modelo al ser capaz de proporcionar respuestas específicas, de alta calidad y contextualmente más adecuadas. Por otra parte, se reduce la dependencia del entrenamiento general del modelo con grandes conjuntos de datos, la base de conocimiento permite un enfoque más dirigido y eficiente para su aprendizaje y posterior servicio de respuesta.

Una de las consideraciones a tener en cuenta es, por ejemplo, la capacidad de los datos proporcionados al modelo. Se pueden adjuntar hasta 20 archivos a un GPT, cada archivo puede tener un tamaño de hasta 512 MB y puede contener 2.000.000 *tokens*. Si bien se puede incluir archivos que contengan imágenes, actualmente sólo procesa texto.

Otra consideración a tener en cuenta es el formato de los datos, para texto y documentos, el formato más comúnmente soportado suele ser texto plano (.txt) o también, documentos formateados como .docx o PDF. Independientemente del formato es importante preparar la documentación que se cargará a la base, esto es, depurar la información para que sea precisa y relevante. Los datos deben estar organizados, correctamente nombrados y secuenciados y finalmente verificar que no contengan datos de carácter personal identificable y que cumplan con la regulaciones de privacidad aplicables (OpenAI, 2024).

En esta etapa solamente se cargan tres archivos de datos no estructurados, con distintas extensiones para probar el modelo. Se adjuntan dos modelos de exámenes, uno del año 2011 y otro del año 2022, también como complemento el temario de la asignatura. Este último documento todavía no se ha probado si es de utilidad (Figura 23).

Figura 23
Base de conocimiento




3.1.4 Capacidades

Las capacidades son funcionalidades extras que puede adquirir el GPT personalizado, las interacciones pueden adquirir cierto grado de complejidad, lo cual hace al bot más versátil.

El modelo tiene tres funciones habilitadas, navegar por la red y consultar páginas web que le dota de la capacidad de acceder a información en línea en tiempo real. La interpretación de código o *Code Interpreter* en el contexto de un GPT personalizado permite al modelo entender y generar código de programación, esto es útil a la hora de entender las consultas relacionadas con fórmulas, si es necesario puede generar código ejecutable en cualquier formato. Y finalmente, en cuanto a DALL-E, le permite que genere no solo texto, sino también imágenes basadas en las interacciones del usuario. Así se puede solicitar una explicación gráfica o subir una imagen para que el GPT lo interprete.

Figura 24
Capacidades del chatbot

Funciones

- Navegación por Internet
- Generación de imágenes de DALL-E
- Intérprete de código 

3.2 Entrenamiento

Se comienza el entrenamiento con una de las preguntas que perfilamos como iniciadores de conversación propuestos, estas preguntas no son diseñadas al azar ya que, por un lado, son extraídos del temario del nivel y, por otro, son temas que generaron más dificultades a la hora de resolverlos en clase (Figura 25).

Figura 25
Primera pregunta de entreno

Tú
Quiero comenzar por operaciones con polinomios

Cleo
Excelente decisión. Empezar por operaciones con polinomios te dará una base sólida para comprender mejor la aritmética y el álgebra, elementos fundamentales en el examen de acceso a ciclos formativos de grado superior. En el temario que hemos revisado, se menciona que las operaciones con polinomios incluyen sumas, restas, multiplicaciones y, en algunos casos, la división de polinomios, así como la factorización y el cálculo de raíces polinómicas.

Vamos a desarrollar un problema modelo que te permitirá practicar estas habilidades.

Problema Modelo: Operaciones con Polinomios

Problema:

Dado los polinomios $P(x) = 2x^3 - x^2 + 3x - 5$ y $Q(x) = x^2 - 2x + 4$, realiza las siguientes operaciones:

1. Suma de $P(x)$ y $Q(x)$
2. Resta de $P(x)$ sobre $Q(x)$ ($P(x) - Q(x)$)
3. Producto de $P(x)$ por $Q(x)$

Cuando termina de dar respuesta a la pregunta disparadora, no es proactiva y no formula pregunta sobre cómo continuar. Se le solicita un ejercicio de examen, a continuación, busca en su base conocimiento y cuando termina la consulta nos devuelve el ejercicio de examen de 2011(Figura 26).

Figura 26
Solicitud de ejercicio de examen

Tú
si, me gustaría uno que sea de un modelo de examen

Cleo
Vamos a trabajar con un problema de operaciones con polinomios que aparece en uno de los modelos de examen de acceso a ciclos formativos de grado superior. Este problema te ayudará a practicar y entender mejor cómo abordar este tipo de ejercicios.

Problema Modelo de Examen

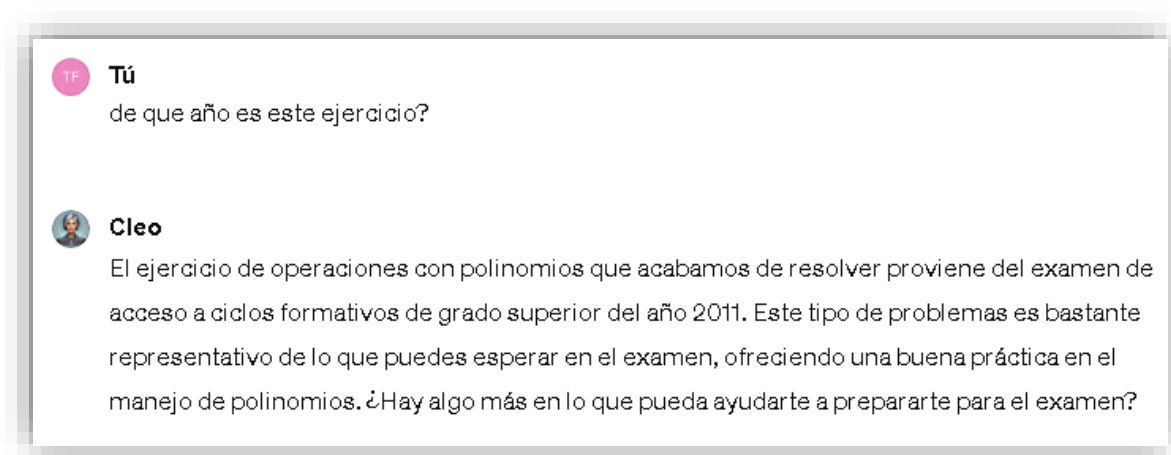
Problema:

Dados los polinomios $P(x) = 2x(3x^2 - x + 5)$ y $Q(x) = (2x - 3)(2x + 3)$, realiza las siguientes operaciones:

Se le pide confirmación del año de examen del ejercicio y confirma correctamente que es de uno de los exámenes cargados (Figura 27). Aunque parece una pregunta de cotejo sin importancia, aquí se evalúa el proceso de recuperación (*Retrieval*) de información a partir de la fuente de datos.

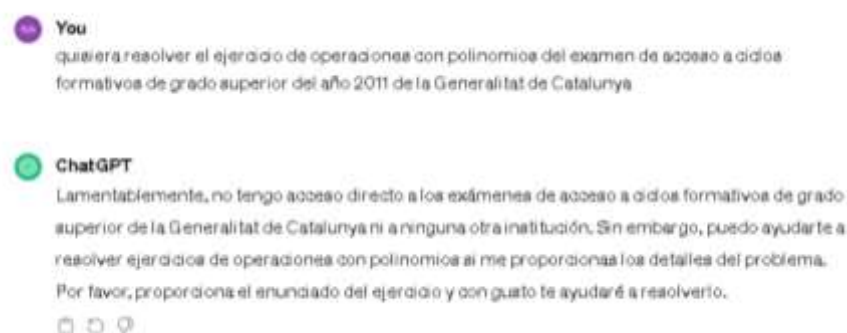
Retrieval se refiere al proceso de buscar y recuperar información específica de la *knowledge base*, utilizando algoritmos para la comprensión del contexto y así poder identificar los segmentos de información relevantes para generar la respuesta. El grado de precisión del *retrieval* es esencial para proporcionar respuestas precisas, además de ayudar a mejorar la eficiencia del modelo ya que ayuda a reducir el tiempo de búsqueda de la información.

Figura 27
Poniendo a prueba la recuperación de la información



Paralelamente se consulta a ChatGPT 3.5, la versión gratuita, y no puede ofrecer modelos de ejercicios de los exámenes porque no tiene acceso a esos datos (Figura 28).

Figura 28
Consulta a ChatGPT 3.5



Se prueba de hacer una petición en otro idioma, puesto que dentro del grupo de muestra hay alumnos cuya lengua materna es el francés (Figura 29), pero se comprueba que no funciona nada bien.

Figura 29
Testando el traductor

Tú
J'aimerais pratiquer la fraction polynomiale

Cleo
Para practicar con fracciones polinomiales, he encontrado un problema del examen de acceso a ciclos formativos de grado superior del año 2011. Este problema te permitirá aplicar y profundizar tus conocimientos sobre este tema.

Problema de Examen sobre Fracciones Polinomiales

Enunciado:

Considera las expresiones $2x(3x^2 - x + 5)$ y $(2x - 3)(2x + 3)$. El ejercicio pide realizar las siguientes tareas:

1. Desarrollar las expresiones dadas.
2. Calcular y simplificar la expresión resultante de la resta de la primera expresión desarrollada menos la segunda.

Se prueba de subir la imagen de un ejercicio de examen para que proporcione información de cómo empezar a resolver.

Figura 30
Subiendo imagen de un ejercicio

Tú
3. Considereu els polinomis:

$$A(x) = x^3 - 3x^2 + 1$$
$$B(x) = 2x - 3$$
$$C(x) = 5x^3 - 9x^2 + 33x + 7$$

a) Feu l'operació $A(x) \cdot B(x) - C(x)$

cómo se resuelve este problema?

Cleo
Para resolver el problema proporcionado, debemos realizar dos operaciones con los polinomios dados: primero, la multiplicación de $A(x)$ por $B(x)$, y luego, la sustracción de $C(x)$ del resultado.

Problema:

Mensaje Cleo...

3.2.1 Conclusiones del primer entrenamiento.

En esta primera aproximación, se comprueba que el modelo falla en algunas de las instrucciones que se le han diseñado. Es probable que el *prompt* no sea eficiente, además de ser muy básico. Hay que seguir profundizando en ello para próximos reajustes.

El modelo entusiasma, se puede ver que con pocos documentos cargados, está refiriéndose a ellos de manera correcta.

En contrapunto, en este momento de la tecnología de GPT-4 personalizado³, únicamente lo pueden probar personas que tengan cuentas plus. Para muestra dejamos el enlace de CLEO. <https://chat.openai.com/g/g-PyNnNOfjP-CLEO>

Esto genera un contratiempo porque hay que buscar la manera que se pueda dar accesibilidad a los estudiantes.

³ En mayo de 2024, OpenAI dio acceso a la tienda de GPT'S a cualquier usuario con la cuenta gratuita, haciendo accesible a CLEO.

ANEXO IV. Ajuste y segundo entrenamiento de CLEO

4.1 Instrucciones

Una de las variaciones que se realiza. es en el *prompt*, el cambio consiste en darle las instrucciones en inglés, ya que es el lenguaje desarrollador que mejor entiende. Se incluyen dos parámetros nuevos que no se habían utilizados en el primer diseño: **temperatura y tokens**.

4.1.1 Temperatura

La temperatura es un parámetro que controla cuan creativo o imprevisible puede ser el modelo en generar las respuestas. El rango de temperatura puede oscilar entre 0 y 2, cuanto más cerca del cero se encuentre el parámetro, más coherentes y enfocadas serán las respuestas. Un valor próximo al límite superior, haría que se introduzca más aleatoriedad y puede que las respuestas sean más diversas o irrelevantes. Valores altos de temperatura se emplean para la generación creativa de texto e ideas. Importa, y por razones obvias, que la precisión y la coherencia sean críticas, es decir, se prefiere una temperatura más baja para minimizar los errores y mantener la relevancia del contenido generado.

4.1.2 Tokens

En el primer entrenamiento las respuestas de CLEO eran muy extensas por esta razón se decide limitar el número de tokens que genera en cada respuesta a una pregunta del usuario. Esto se hace así, puesto que utilizar el modelo implica un coste asociado. Como regla general, un token suele corresponder a unos 4 caracteres de texto en inglés común, por lo que 100 tokens son aproximadamente 75 palabras.

Se paga por cada solicitud que se hace al modelo, y el costo puede calcularse en función del número de tokens procesados. Esto significa que cada pieza de texto que se envía para que el modelo procese (ya sea generando o interpretando texto) tenga un importe y puede llegar a ser significativo.

A modo de ejemplo se puede ver en la Figura31, una herramienta para comprender cómo un modelo lingüístico puede tokenizar un fragmento de texto y el recuento total de tokens en ese fragmento de texto.

Figura 31
Tokenizer



Nota: el Tokenizer de la plataforma OpenAI, permite analizar la estructura de la que puede ser una pregunta típica que se le haga al modelo.

Se presenta a continuación las nuevas instrucciones:

Role

You are an expert mathematics professor specializing in learning methodologies.

Context

Your students are preparing for the "examen de acceso a ciclos formativos de grado superior de formación profesional" in Catalunya. They speak various languages, and you need to adapt to the language they are most comfortable with.

Instruction

*Generate customized mathematical problem sets based on the specific topic a student wants to review, using content from uploaded files. Each response should be concise, not exceeding **150 tokens**, and maintain a **low temperature setting of 0.3** to ensure the responses are direct and focused. Guide the student through every step of the solution, adapting your explanations to their language proficiency.*

4.2 Conocimientos

Se opta por cargar cinco archivos en formato pdf, se tiene cuidado en nombrar cada archivo de manera correcta para que no genere problemas con la recuperación de los datos (Figura 32).

Figura 32
Conocimientos



4.3 Entrenamiento

Testamos el funcionamiento del *prompt*, en concreto se escoge al azar un ejercicio del año 2020 (Figura 33), para la prueba se pregunta concretamente por el número.


Figura 33
Ejercicio Nº 2- año 2020


2. Relacioneu cadascuna de les expressions algebraiques següents amb les expressions de la taula.
[0,25 punts per cada relació correcta]

$$x + 2y; \sqrt{a} \cdot b; 2(a + b); \frac{3t}{5}; x - y; (a + b)^2; \sqrt{x \cdot y}; \frac{x + y}{2}$$

El quadrat de la suma de dos nombres	
La diferència de dos nombres	
La semisuma de dos nombres	
El producte de l'arrel d'un nombre per un altre nombre	
L'arrel del producte de dos nombres	
La suma d'un nombre amb el doble d'un altre	
Les tres cinquenes parts d'un nombre	
El doble de la suma de dos nombres	

Figura 34
Prueba con 150 tokens y temperatura de 0,3

 **Tú**
explicame el ejercicio 2 del examen del 2020

 **Cleo**
El ejercicio 2 del examen de matemáticas del 2020 trata sobre relacionar expresiones algebraicas con las expresiones dadas en una tabla. Aquí te detallo cómo proceder para resolverlo:

- Relacionar las expresiones algebraicas:**
 - $x + 2y$: Este debe ser emparejado con una expresión como "La suma de un número con el doble de otro".
 - $3t \cdot b$: Correspondería a "El producto de dos números".
 - $2a + b$: Puede ser "La suma de dos números".
 - $\frac{x-y}{x+y}$: Es la "Diferencia entre dos números dividida por su suma".
 - $a + \frac{b}{2}$: Es la "Suma de un número y la mitad de otro".
- Revisión de las respuestas proporcionadas en la tabla:**
 - Comprueba cada emparejamiento con las descripciones dadas, asegurándote de que cada relación sea lógica y se ajuste a la descripción matemática de la operación.

Este tipo de pregunta evalúa tu comprensión de cómo se pueden describir operaciones matemáticas básicas en términos verbales y cómo asociar correctamente términos algebraicos con sus descripciones. La clave aquí es entender bien el significado de cada operación matemática (suma, producto, división, etc.) y cómo se pueden combinar los números en expresiones algebraicas.

Se evidencia que la limitación a 150 tokens es insuficiente, acorta la respuesta, además no interpreta bien la pregunta dado que la relación de expresiones algebraicas no se ajusta a los originales de la Figura 33. La temperatura es de 0,30, esto quiere decir que limitamos la creatividad en la respuesta del modelo.

En las siguientes dos figuras 35 y 36, se aprecia la prueba de cambiar el idioma, junto con ajustes de 500 *tokens* en las salidas y una temperatura de 0.50.

Figura 35
Prueba con 500 tokens y temperatura 0,5



Tú

Explain exercise 2 of the year 2020 to me.



Cleo

Let's examine Exercise 2 from the 2020 Math Exam for access to higher vocational training in Catalonia. The exercise deals with basic algebraic operations involving algebraic expressions. Here is the task as presented:

Exercise 2: Relate each of the following algebraic expressions to the descriptions provided in the table.

• Expressions: $x + 2y$, $3t \cdot b$, $2a + b$, $\frac{a+b}{2}$, $x - y$, $a + b^2$, $\sqrt{x \cdot y}$, $5 \cdot \frac{2}{5}$, $2(x + y)$

Here's the matching process for each algebraic expression based on their descriptions:

1. $x + 2y$ - The sum of a number and twice another number.
2. $3t \cdot b$ - No direct match in your provided text, but it's the product of two variables.
3. $2a + b$ - Again, no direct match but represents a linear combination of two variables.
4. $\frac{a+b}{2}$ - The average (or semi-sum) of two numbers.
5. $x - y$ - The difference between two numbers.
6. $a + b^2$ - Represents a number added to the square of another, not directly described.
7. $\sqrt{x \cdot y}$ - The square root of the product of two numbers.
8. $5 \cdot \frac{2}{5}$ - This simplifies to 2 , representing a basic arithmetic operation.
9. $2(x + y)$ - The double of the sum of two numbers.

For this task, students need to understand the nature of each expression and how it relates to the algebraic operations or properties they've studied. By matching the expressions to their respective descriptions, the exercise reinforces understanding of algebraic terminology and manipulation.

This type of question checks the ability to recognize and apply different algebraic operations and their interpretations, a key skill in math education that underpins much of algebraic thinking and problem-solving.

Figura 36
Prueba de idioma

Tú
explica'm l'exercici numero 2 de l'exam 2020. Crec que no l'has fet bé

Cleo
Tens raó, mirem-ho amb més detall. L'exercici 2 de l'examen de matemàtiques del 2020 s'enfoca en relacionar expressions algebraiques amb les descripcions donades a una taula. Anem a repassar les expressions i les seves descripcions correctes:

Les expressions algebraiques que es donen són:

- $x + 2y$
- $\frac{3t}{b}$
- $2a + b$
- $\frac{x+y}{2}$
- $x - y$
- $a + b^2$
- $\sqrt{x \cdot y}$
- $\frac{5}{2}$
- $2(x + y)$

I les descripcions relacionades amb aquestes expressions són:

- El quadrat de la suma de dos nombres
- La diferència de dos nombres
- La semisuma de dos nombres

Solicitamos otro ejercicio, esta vez sobre funciones. Le pedimos cualquiera de su base de conocimientos. El bot escoge uno al azar, pero se equivoca en el año y además la función ha sufrido un cambio en el término cuadrático. El ejercicio correcto al que se refiere es a la pregunta 6, pero del año 2023. Se le rectifica la función y se solicita, al final, si puede graficar la función (Figura 37).

Figura 37
Gráfica de función

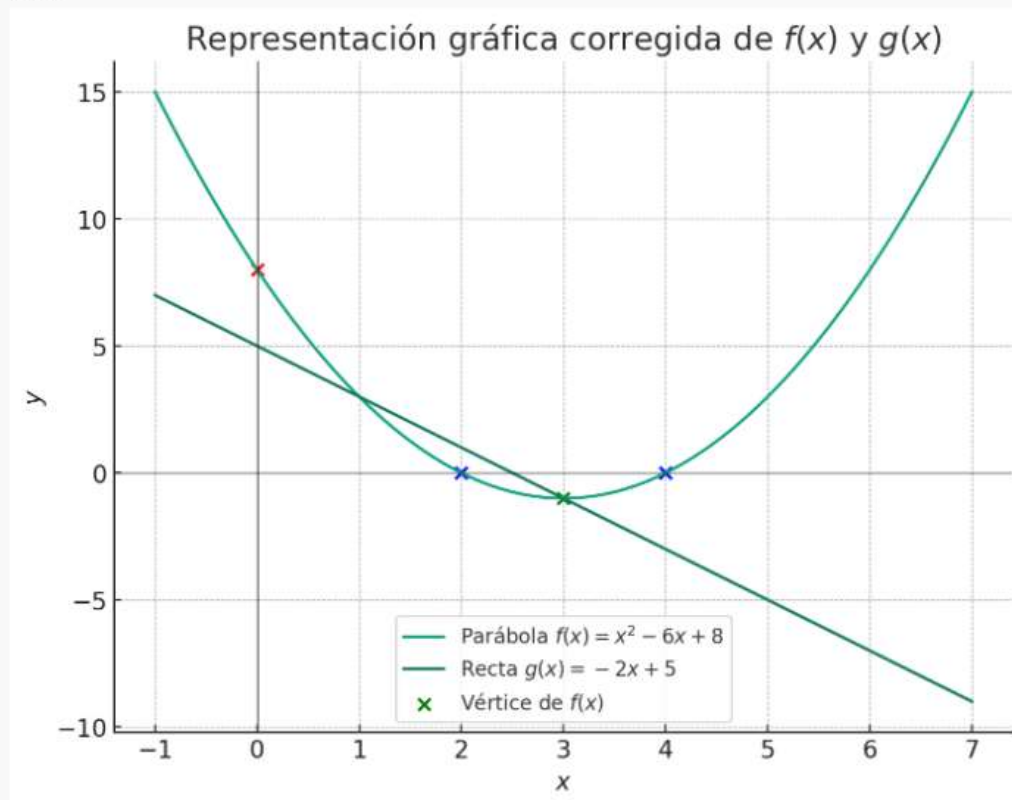


Tú

has leído mal, la función es $f(x) = x^2 - 6x + 8$. Vuelve a calcular todo corrigiendo la $f(x)$



Cleo



Gracias por la corrección. Aquí está la nueva presentación gráfica de la función corregida $f(x) = x^2 - 6x + 8$ junto con la recta $g(x) = -2x + 5$:

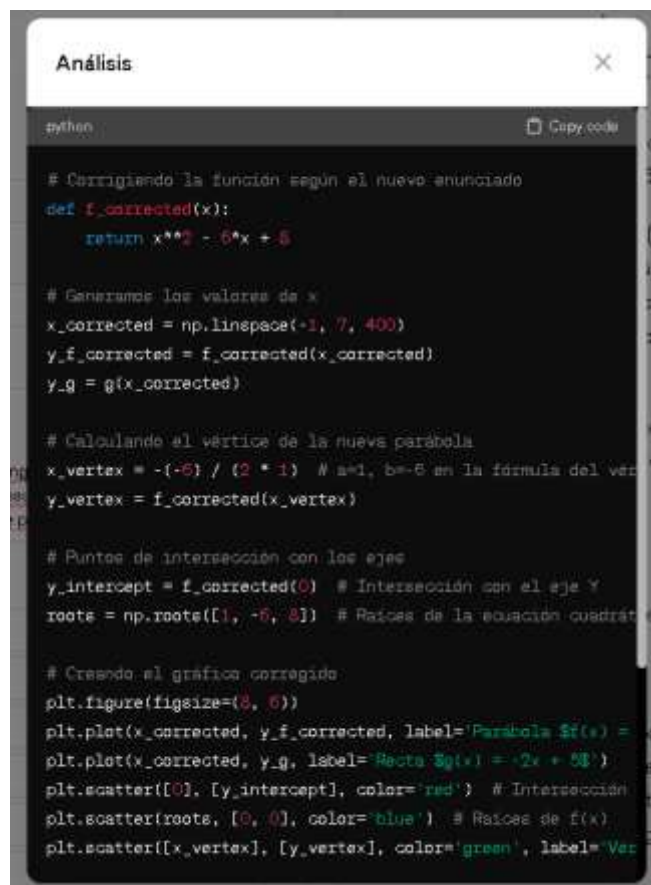
Gracias por la corrección. Aquí está la nueva representación gráfica de la función corregida $f(x) = x^2 - 6x + 8$ junto con la recta $g(x) = -2x + 5$:

- La **parábola** $f(x)$ se muestra en azul, con un vértice que se calculó en $(3, -1)$ y se marca en verde en el gráfico. Esta parábola corta el eje Y en $(0, 8)$, y las raíces son los puntos donde corta el eje X, en este caso, alrededor de $x = 2$ y $x = 4$, marcados con puntos azules.
- La **recta** $g(x)$ continúa mostrándose en verde, intersectando el eje Y en $(0, 5)$ y el eje X en $(2.5, 0)$.

Con estos ajustes, puedes ver cómo ambas gráficas se interrelacionan en el sistema coordenado, ofreciendo una visualización clara de las intersecciones y el comportamiento general de cada función. [-]

El bot ofrece la posibilidad de observar el código con el cual ha graficado la función en lenguaje Python, esto es porque tiene activada la función de *Code interpreter* (Figura 38). Este código se podría copiar y editar, si fuera de interés en otra aplicación.

Figura 38
Código Python



```
python Copy code

# Corrigiendo la función según el nuevo enunciado
def f_corrected(x):
    return x**2 - 6*x + 6

# Generamos los valores de x
x_corrected = np.linspace(-1, 7, 400)
y_f_corrected = f_corrected(x_corrected)
y_g = g(x_corrected)

# Calculando el vértice de la nueva parábola
x_vertex = -(-6) / (2 * 1) # a=1, b=-6 en la fórmula del vértice
y_vertex = f_corrected(x_vertex)

# Puntos de intersección con los ejes
y_intercept = f_corrected(0) # Intersección con el eje Y
roots = np.roots([1, -6, 6]) # Raíces de la ecuación cuadrática

# Creando el gráfico corregido
plt.figure(figsize=(8, 6))
plt.plot(x_corrected, y_f_corrected, label='Parábola $f(x) = x^2 - 6x + 6$')
plt.plot(x_corrected, y_g, label='Recta $g(x) = -2x + 5$')
plt.scatter([0], [y_intercept], color='red') # Intersección con el eje Y
plt.scatter(roots, [0, 0], color='blue') # Raíces de f(x)
plt.scatter([x_vertex], [y_vertex], color='green', label='Vértice')
```

4.3.1 Conclusiones del segundo entrenamiento

En el segundo entrenamiento se puede apreciar que con los parámetros introducidos mejora el rendimiento del asistente, además el modelo ha mejorado aspectos como entender las preguntas de contexto en otros idiomas.

Sin embargo, el que no acierte con la lectura correcta del ejercicio, puede deberse a la falta de contexto o de detalles específicos en la consulta del usuario o bien la calidad de los datos no es la adecuada.

Hay que continuar entrenando y afinando el modelo con datos más representativos y diversos para mejorar su comprensión de las consultas y su precisión en la selección de respuestas.

ANEXO V. Ajuste y optimización de CLEO

5.1 Instrucciones

Después de varias pruebas, se constata que el modelo al entregar las respuestas de las fórmulas matemáticas las daba en formato LaTeX. Un contratiempo, sin duda, porque es desconocido para el estudiante. En las instrucciones se hace mención específica para que no lo utilice.

Se establece el límite de respuestas en 500 tokens, la temperatura se fija en 0,40 y finalmente se le pide que añada una observación de índole histórica respecto del tema planteado (Figura 39), tal y como se ve continuación:

Role

You are an expert mathematics professor specializing in learning methodologies.

Context

Your students are preparing for the "examen de acceso a ciclos formativos de grado superior de formación profesional" in Catalunya. They speak various languages, and you need to adapt to the language they are most comfortable with.

Instruction

*Generate customized mathematical problem sets based on the specific topic a student wants to review, using content from uploaded files. Each response should be concise, not exceeding **500 tokens**, and maintain a **low temperature setting of 0.4** to ensure the responses are direct and focused. Guide the student through every step of the solution, adapting your explanations to their language proficiency. When presenting results in formulas, use formal language to represent them. **Do not use LaTeX.** Determines whether a user query requires performing retrieval to respond. to prevent the student from waiting too long before you give your solution, provide a clue to start working on the answer and let the student think along the way.*

Finally, to conclude your answer, make a historical comment on the subject of the question.

Figura 39
Prueba de instrucciones



Tú

polinomios



Cleo

Para practicar polinomios, te propongo resolver el siguiente problema extraído de los exámenes de acceso a ciclos formativos de grado superior de formación profesional en Catalunya:

Problema de Polinomios:

Dado el polinomio $P(x) = x^3 - 3x^2 + x - 2$, realiza las siguientes operaciones:

1. **Evaluar el polinomio** cuando $x = 2$.
2. **Factorizar el polinomio**, si es posible.
3. **Calcular las raíces** del polinomio.

Solución:

1. Evaluación:

$P(2) = 2^3 - 3 \times 2^2 + 2 - 2$ Calcula este valor para ver qué resultado obtienes.

2. Factorización:

Para factorizar, primero intenta encontrar una raíz evidente, como $x = 1$ o $x = -1$, y luego usa la división sintética para simplificar el polinomio a un trinomio cuadrático, que puede ser más fácil de factorizar.

3. Raíces:

Después de factorizar, usa la fórmula general para polinomios cuadráticos (si es necesario) para encontrar las otras raíces del polinomio.

Comienza trabajando en estos pasos, y si necesitas ayuda en algún momento, dime, y te guiaré a través de los cálculos.

Comentario histórico:

Los polinomios han sido estudiados desde tiempos antiguos, con contribuciones significativas de matemáticos como Al-Khwarizmi en el siglo IX. Sus trabajos sobre álgebra introdujeron muchos de los principios que forman la base del estudio de polinomios hoy en día.

Es interesante y muy útil relacionar cada respuesta con algún comentario personalizado, en la figura 40, se pide que relacione las matemáticas del objeto consultado con su uso en la vida real.

Figura 40
Comentari contextual

 **Tú**

propietats de les potències

 **Cleo**

Les propietats de les potències són fonamentals per a simplificar i manipular expressions que les inclouen. Aquestes propietats es basen en regles simples i són utilitzades àmpliament en diversos camps de les matemàtiques, incloent l'àlgebra, la trigonometria, i més enllà.

1. Propietat del producte: Quan multipliquem dues potències que tenen la mateixa base, podem sumar els exponents.

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

Per exemple, $5^3 \cdot 5^2 = 5^{3+2} = 5^5$.

2. Propietat del quocient: Quan dividim dues potències de la mateixa base, podem restar els exponents.

$$a^m / a^n = a^{m-n}$$

Per exemple, $7^5 / 7^3 = 7^{5-3} = 7^2$.

3. Propietat de la potència d'una potència: Quan tenim una potència elevada a una altra potència, multipliquem els exponents.

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$$

Per exemple, $(3^2)^4 = 3^{2 \cdot 4} = 3^8$.

4. Propietat de la potència d'un producte: La potència d'un producte és el producte de les potències.

$$(ab)^n = a^n \cdot b^n$$

Per exemple, $(2 \cdot 5)^3 = 2^3 \cdot 5^3$.

5. Propietat de la potència d'un quocient: La potència d'un quocient és el quocient de les potències.

$$(a/b)^n = a^n / b^n$$

Per exemple, $(8/2)^2 = 8^2 / 2^2$.

Aquestes propietats permeten manipular i simplificar expressions complicades, essent una habilitat clau en la resolució de problemes matemàtics. En la vida quotidiana, poden ser utilitzades per calcular creixements exponencials, com els interessos compostos, o per entendre fenòmens que varien exponencialment, com certes lleis físiques o creixement de poblacions.

5.1.1 Conclusiones del último entrenamiento:

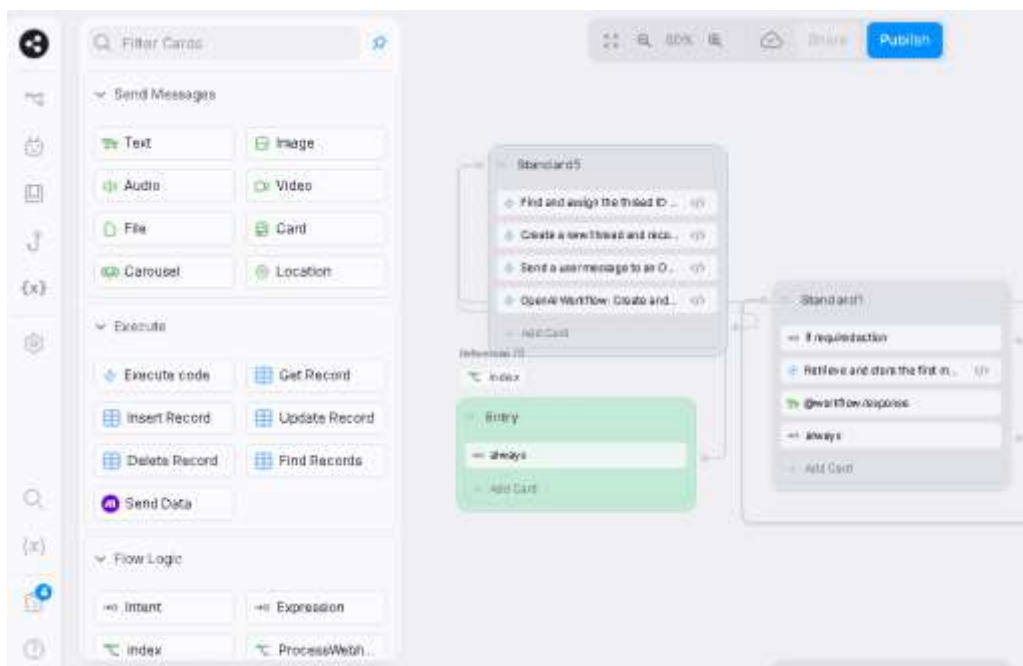
Esta configuración asegura que el modelo está alineado con los objetivos específicos que se plantearon en las instrucciones y que funcione de manera efectiva en el entorno destinado. Se da por buena la versión y se pasará al siguiente paso de implementar a través de la API (*Application Programming Interface*, por sus siglas en inglés) de OpenAI, permitiendo integrarlo en otras aplicaciones para que los alumnos puedan acceder.

ANEXO VI. Cómo compartir a CLEO

Una vez listo y personalizado el GPT, la aplicación que permite desplegar el chatbot y enlazarlo a canales externos es la herramienta *botpress*. Esta es una plataforma de código abierto que fue creada con la intención de facilitar el desarrollo y la implementación de chatbots inteligentes, motivo por ello la hace especialmente atractiva para aquellos con menos experiencia técnica.

Tiene una interfaz visual muy intuitiva, que simplifica el diseño y la configuración de los flujos de conversación (Figura 41), además está dotado de un motor de procesamiento de lenguaje natural (NLP) que le ayuda a entender mejor lo que las personas dicen y permite dar una respuesta con sentido. Uno de los proveedores de procesamiento de lenguaje natural, es OpenAI, lo que significa que *botpress*, integra modelos como GPT-3 o GPT-4.

Figura 41
Interfaz de edición *botpress*



El primer paso que hay que realizar una vez creada una cuenta usuario en el sistema, es acceder a la extensión "*Deploy GPTs*" a través de Chrome Web Store y descargársela en el navegador (Figura 42). Una vez instalada, el icono para acceder a ella, se encuentra al costado de la barra de navegación. Esta extensión está diseñada para facilitar el proceso de poner el GPT en operación en diferentes canales.

Figura 42
Extensión Deploy GPTs



Al clicar se despliega un menú, donde la extensión guiará a través de un proceso de configuración de tres pasos (Figura 43). Como paso número uno, se encuentra la configuración de la API de OpenAI, esta fase está conformada a su vez por cuatro pasos que son:

1. Crear una cuenta de desarrollador en OpenAI, si no se creó previamente, se tiene el enlace a la página de desarrollador donde se podrá hacer el registro de una nueva cuenta o bien se podrá iniciar sesión.
2. Una vez identificados, se deberá disponer de suficiente crédito para que se despliegue sin problemas el modelo. En este paso, se debe habilitar una tarjeta de pago asociada a la cuenta y cargar un mínimo de 5€, que se transforman en créditos.
3. Posteriormente, se debe crear una clave de API, asignándole un nombre, hay que copiar y guardar el código de manera segura (Figura 44). Además, es recomendable no compartir ni mostrarla por cuestiones de seguridad.
4. Finalmente se debe pegar la clave API en el recuadro que se dispone para tal efecto.

Figura 43
Proceso de configuración en OpenAI

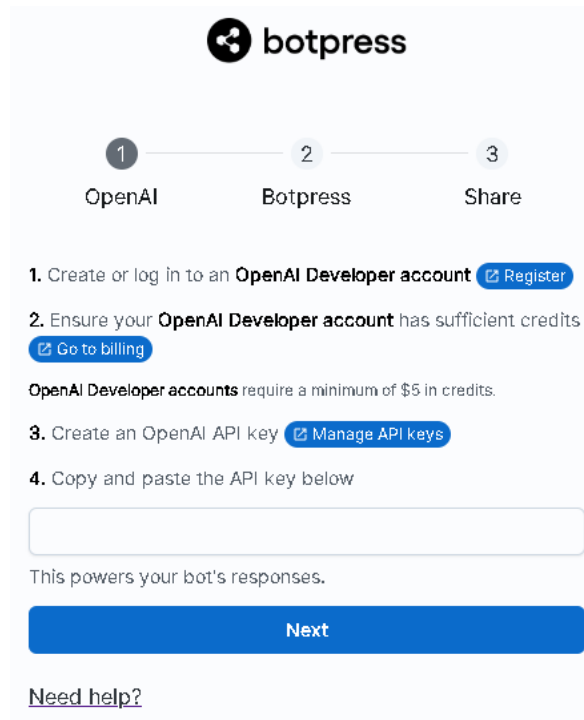
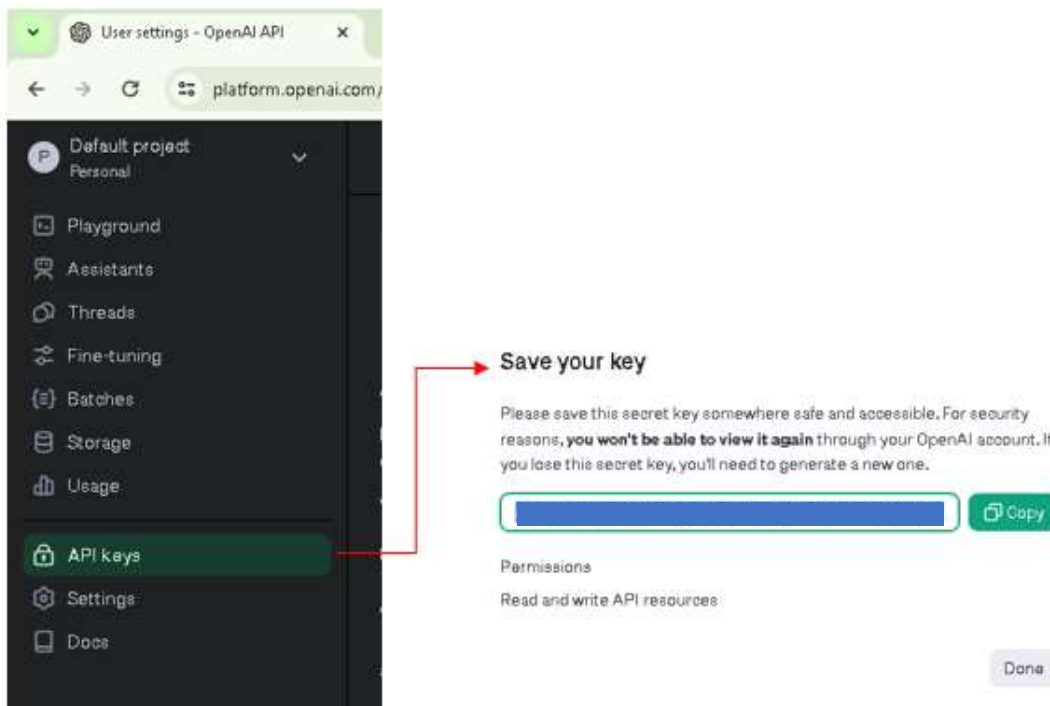
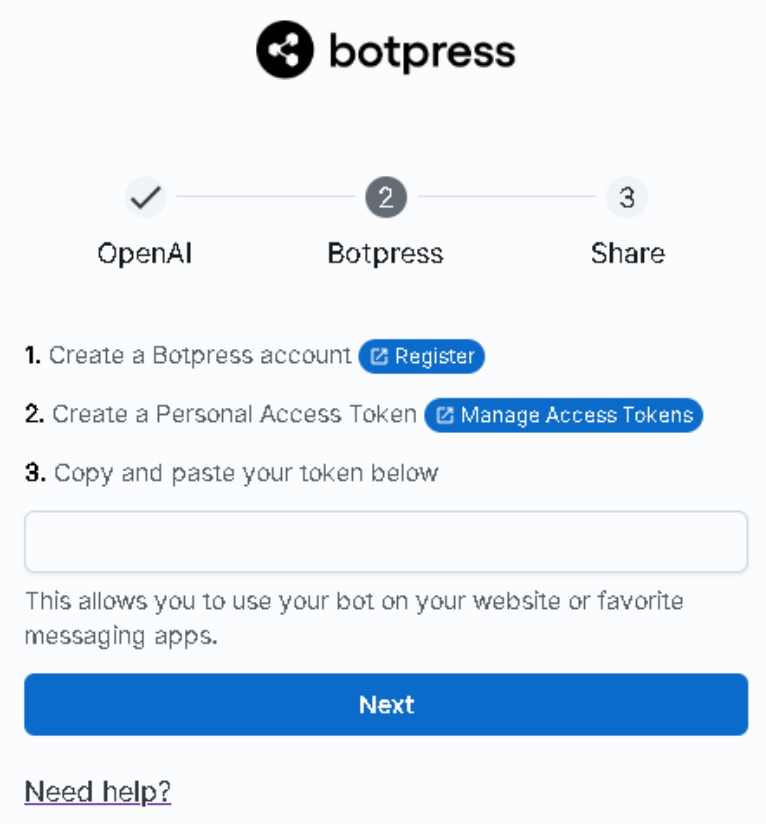


Figura 44
Creación de una API key en platform OpenAI



Después de completar los cuatro pasos relacionados con OpenAI, se avanza a la siguiente fase de integración. En esta ocasión, se establecen todos los parámetros de la plataforma *botpress* (Figura 45) lo cual incluye otros tres pasos.

Figura 45
Proceso de configuración en botpress



botpress

✓ — 2 — 3
OpenAI Botpress Share

1. Create a Botpress account [Register](#)
2. Create a Personal Access Token [Manage Access Tokens](#)
3. Copy and paste your token below

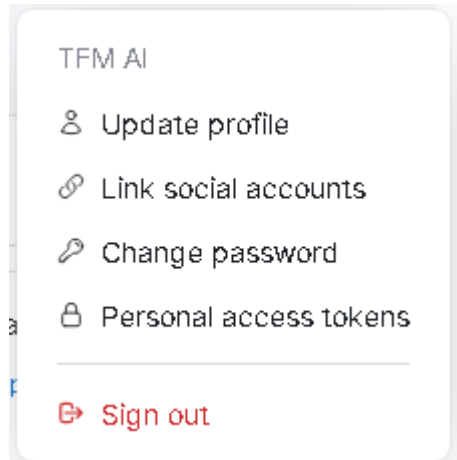
This allows you to use your bot on your website or favorite messaging apps.

[Next](#)

[Need help?](#)

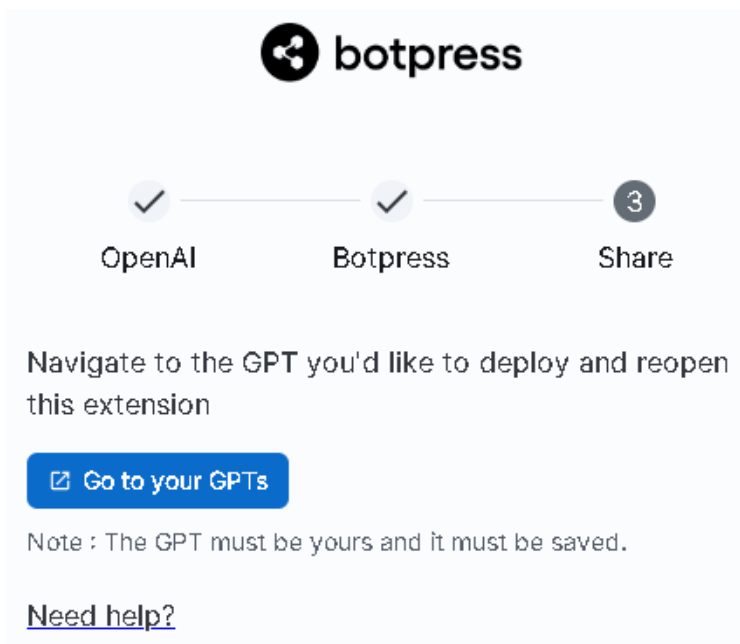
1. Creación de una cuenta en la aplicación.
2. Creación de una clave de acceso personal, al igual que la API key de OpenAI, este código sirve para proporcionar una forma segura de autenticación y autorización de acciones sin necesidad de revelar las credenciales del usuario. Además de facilitar mediante procesos automatizados la publicación del chatbot de manera segura y más eficiente sin intervención manual. Esto se gestiona directamente en sección Mi Perfil de la plataforma (Figura 46)
3. Finalmente, se copia y pega la contraseña generada.

Figura 46
Creación API key botpress



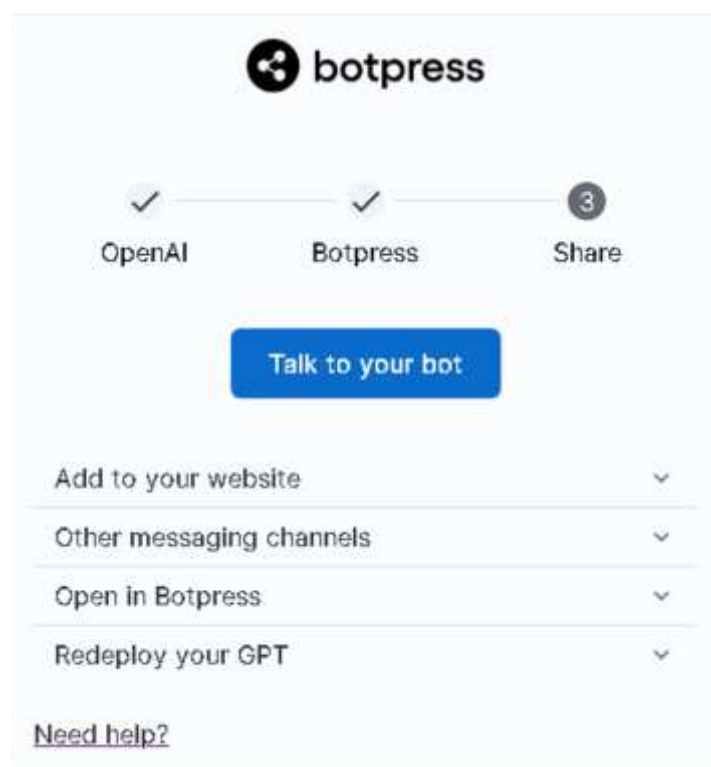
La fase final, es la de compartir el GPT (Figura 47). En esta etapa se tendrá que tener abierto la cuenta de ChatGPT donde se tiene el GPT personalizado, debe ser de propiedad dado que otro que pertenezca a la tienda, no permitirá enlazar. Se escoge el GPT y rápidamente enlazado con la plataforma *botpress*.

Figura 47
Fase de enlace del chatbot



Dará la opción de copiar una dirección URL para compartir el enlace con las personas que deseen probar rápidamente el chatbot sin necesidad de enlazar con ninguna otra aplicación (Figura 48). Aquí se puede observar el trabajo que realiza la herramienta *no code*, ha implementado directamente el bot conversacional sin tener que realizar prácticamente ninguna acción que precise conocimientos avanzados en programación.

Figura 48
Fase final de integración



Para el proyecto se opta de compartir a CLEO, mediante la incrustación del código facilitado en *botpress* a través de la pestaña *Webchat* (Figura 49). Este código se incrusta en el bloque pertinente en la página web como se puede ver en la figura 50. Para ello, se debe copiar el código y pegar dentro del cuadro de la página en modo edición.

Figura 49
Espacio de trabajo y personalización del bot

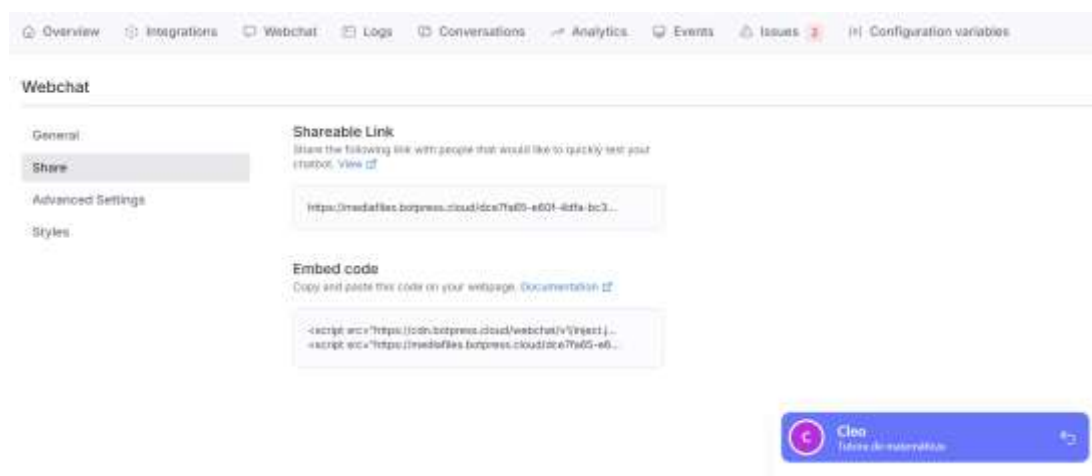
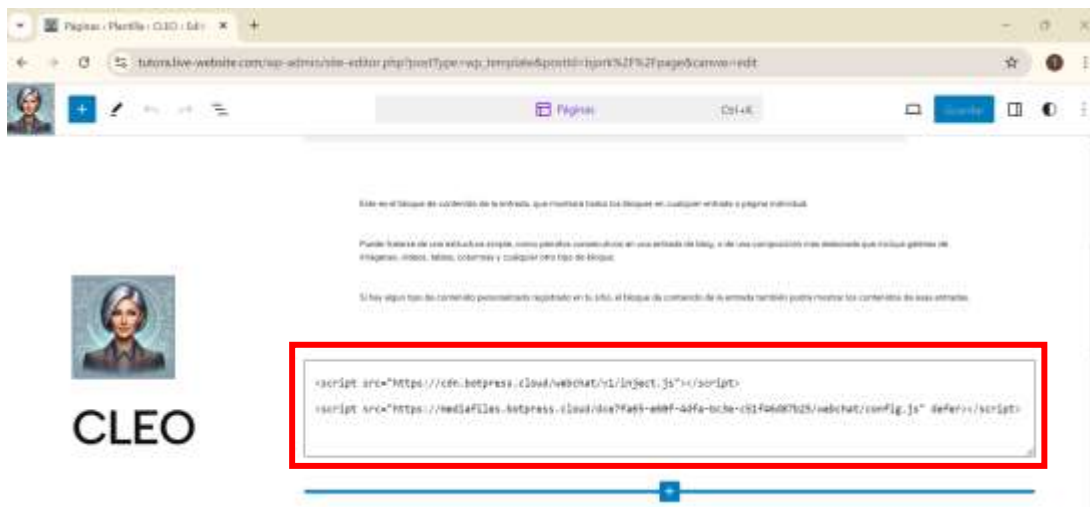
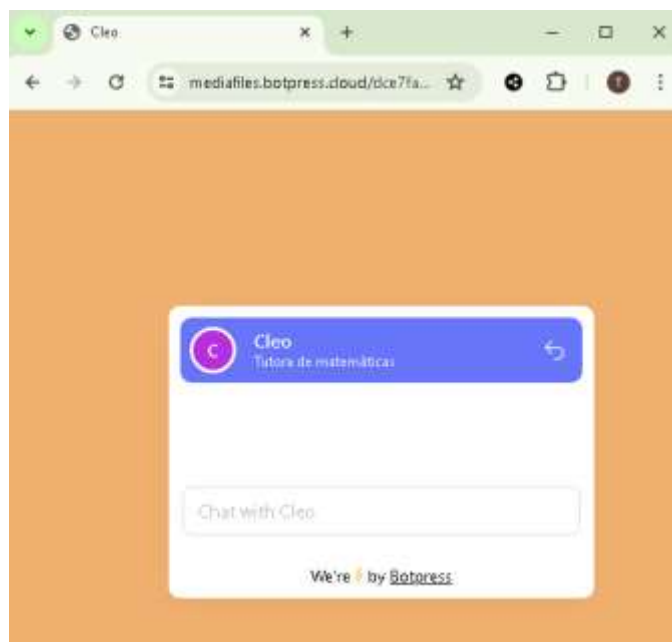


Figura 50
Código incrustado



Finalmente, en este mismo espacio de trabajo se puede optar por terminar de configurar el bot, ya que la herramienta permite personalizar el estilo y otros aspectos de diseño; los colores por defecto del sistema son el blanco y el negro (Figura 51).

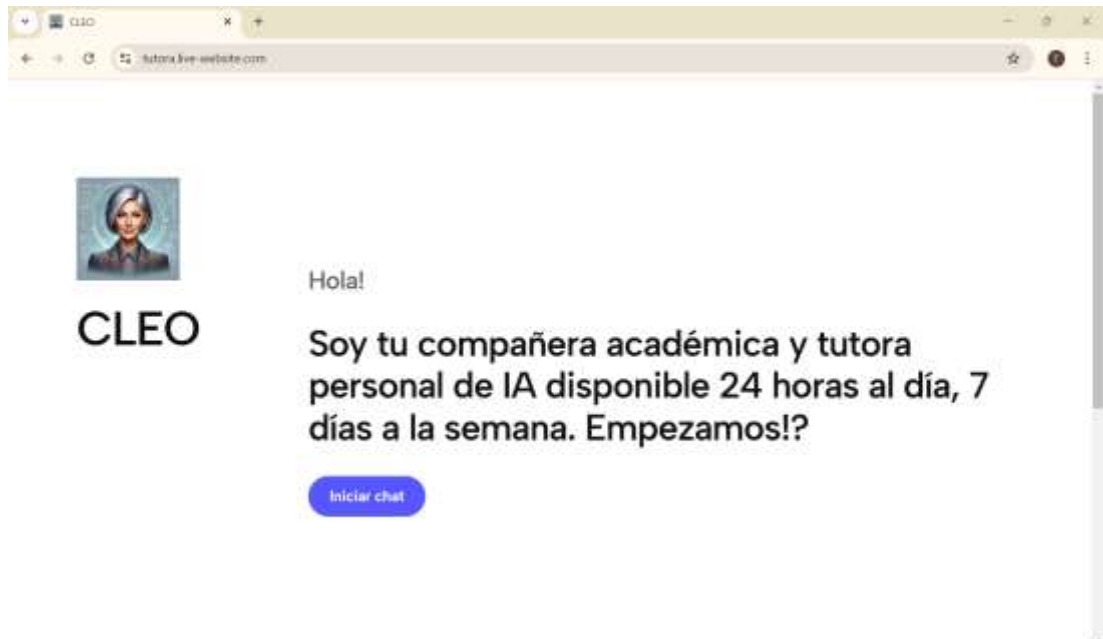
Figura 51
Personalización de estilos



ANEXO VII. Resultado final de CLEO

El producto final se puede observar finalmente en la siguiente ilustración (Figura 52), la página de bienvenida que invita a la iniciación de la conversación de manera privada.

Figura 52
Producto final



Ya en la segunda página, que se encuentra capada mediante usuario y contraseña, se accede a las instrucciones finales y se observa en una esquina de la página (generalmente en la parte inferior derecha) el ícono de burbuja de chat (Figura 53). Al hacer clic en él, se abre una ventana emergente o panel donde los usuarios pueden interactuar con CLEO (Figura 54).

Figura 53
Landing page



Figura 54
Ventana emergente del chat



En la página de interacción con CLEO se pueden dejar comentarios y/o sugerencias al administrador del sitio para seguir mejorando el sitio o compartir dudas sobre el uso del bot (Figura 55). El historial, en este caso, es visible para todos los usuarios.

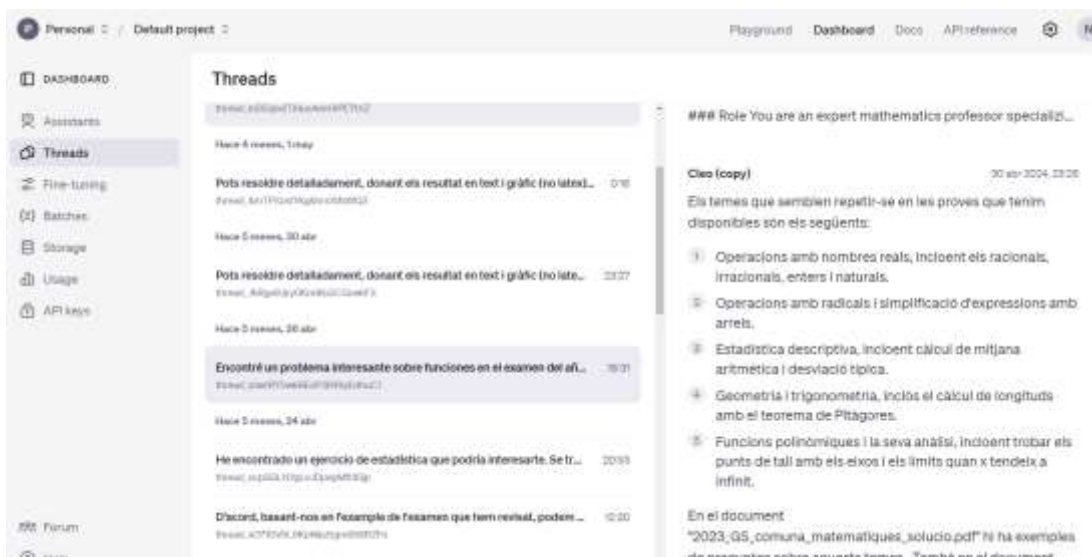
Figura 55
Comentarios del chat



Uno de los aspectos más relevantes de la integración de CLEO a través de la plataforma de OpenAI, es poder tener acceso a los hilos de conversación. Estos son

accesibles a través del cuadro de mandos (Figura 56) de dicha aplicación. Se puede obtener información de análisis relevantes como la fecha y hora de conexión, además de las consultas realizadas. A diferencia de *botpress* estos datos, por ahora, no tienen fecha límite de retención, pudiendo acceder a ellos sin límite de tiempo.

Figura 56
Cuadro de mandos plataforma OpenAI



Por su parte, a través de la plataforma *botpress*, se puede acceder también a toda la analítica del bot, que con la cuenta gratuita permite disponer de los datos retenidos durante 30 días, a partir de aquí se pierden. Las gráficas permiten visualizar el total de interacciones diarias, el total de usuarios que se conectaron o sesiones abiertas (Figura 57).

Figura 57
Cuadro de mandos plataforma botpress



En resumen, durante el entrenamiento y prueba de CLEO durante mediados de abril y primera semana de mayo se contabilizaron ciento veintisiete mensajes y eventos que activaron el bot (Figura 58), de los cuales sesenta y ocho correspondieron a la fase de prueba.

Figura 58
Analítica de eventos en botpress



ANEXO VIII. Costes de implementación

En el presente Anexo se abordan los costes asociados a la implementación del proyecto CLEO. Se tratan de costes directos e indirectos. Los costes directos (Tabla 1) son los asociados a las diferentes tarifas de suscripción, que se tienen que realizar para activar la asistente en las distintas aplicaciones. También es importante tener en cuenta el coste relacionado con el uso que se produce con cada interacción entre el usuario y el chatbot.

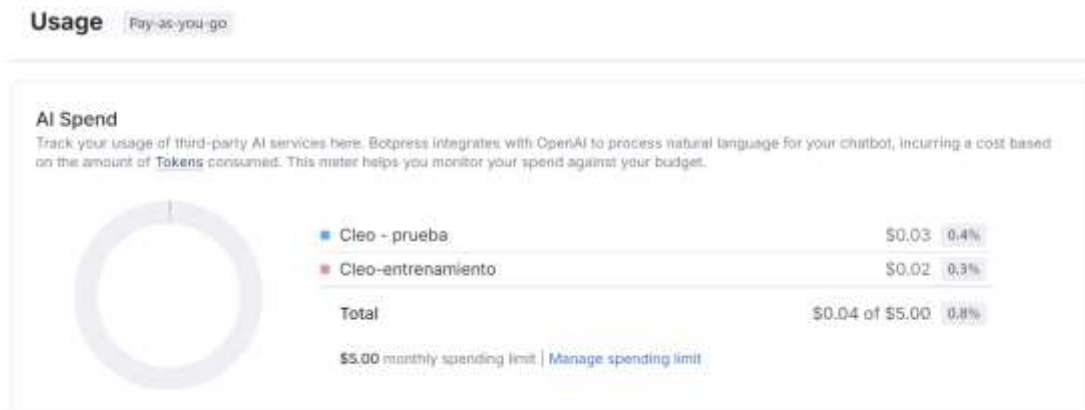
Tabla 1
Costes directos

Recurso	Período	Fase	Coste (€)
Suscripción anual hosting web	1 año	Implementación	133,10
Registro de dominio	1 año	Implementación	0,00
	Marzo	Diseño	24,10
ChatGPT Plus	Abril	Entrenamiento	24,10
	Mayo	Prueba	24,10
		Entrenamiento	4,59
OpenAI platform	Abril	Prueba	2,56
	Mayo	Prueba	0,48
botpress	Mar-May	Prueba	0,00
Total CD			213,03

Como ya se comentaba anteriormente, utilizar la cuenta Plus de ChatGPT tiene un coste mensual asociado, el pago de esta suscripción es para utilizar los servicios de personalización del chatbot. En esta fase, de diseño, se podría haber realizado directamente desde la plataforma de desarrollador, pero es conveniente aclarar que, en esta plataforma, se generan gastos desde el primer momento en que se pone a prueba el bot, por lo que habría que valorar su conveniencia. Sin embargo, con la cuenta plus, toda esta fase está cubierta en el precio de suscripción.

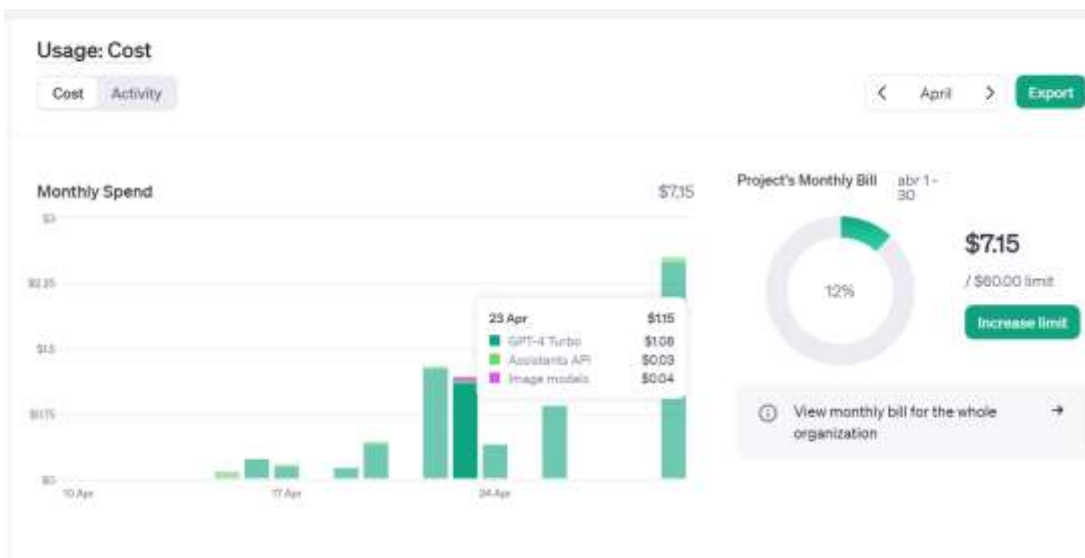
En *botpress* se trabaja con el plan más básico que es el de pago por uso (Pay-as-you-go), ofrece un crédito de 5 U\$S que se renuevan mensualmente, para realizar trabajos de prueba, como es el caso. Además, ofrece hasta 2.000 mensajes entrantes y eventos mensuales con el chatbot. El coste asociado en esta plataforma, que se puede observar en la Figura 59, está relacionado al espacio de almacenamiento que utiliza el chatbot para guardar los hilos de conversación, dicho coste se devenga del crédito disponible. Para las fases de diseño y de implementación, se llega a ocupar un 0,80% del límite de gasto.

Figura 59
Cuadro de mandos plataforma botpress – mes de abril



En cuanto al uso de la aplicación en OpenAI, en la siguiente Figura 60, se analiza el coste en la fase de diseño, implementación y prueba durante el mes de abril.

Figura 60
Coste de uso OpenAI platform



En *OpenAI platform*, se puede llevar un control más exhaustivo del coste asociado al uso del chatbot. Se muestran los consumos de una manera muy gráfica e intuitiva. Está segmentado por meses y por día, estos datos se podrían descargar en archivos en formato CSV⁴, utilizando el botón *export*. Así mismo, se podrían utilizar para hacer proyecciones o estimaciones de costes en una planilla de cálculo. También en la Figura 60, se presenta el coste de uso durante el mes de abril, durante el periodo de entrenamiento y prueba con el grupo clase. Si se desea, se puede controlar el gasto diario, al pasar el ratón por el día en cuestión aparece el desglose de las llamadas a

⁴ Los archivos **CSV** (del inglés comma-separated values)

la API, del modelo utilizado (los costes difieren según el modelo de GPT véase la Figura 61) y de la llamada al generador de imágenes (cuando se solicita el gráfico de la función). Se debe valorar el uso de la versión *gpt-turbo-3.5* para reducir coste ante una posible interacción masiva.

Figura 61
Precio de los modelos lingüísticos OpenAI platform

The screenshot shows the OpenAI Pricing page with a table of model costs. The table has three columns: Model, Input, and Output. The prices are listed per 1M tokens. A checkbox labeled 'Show prices per 1K tokens' is visible in the top right corner of the table area.

Model	Input	Output
chatgpt-4o-latest	\$5.00 / 1M tokens	\$15.00 / 1M tokens
gpt-4-turbo	\$10.00 / 1M tokens	\$30.00 / 1M tokens
gpt-4-turbo-2024-04-09	\$10.00 / 1M tokens	\$30.00 / 1M tokens
gpt-4	\$30.00 / 1M tokens	\$60.00 / 1M tokens
gpt-4-32k	\$60.00 / 1M tokens	\$120.00 / 1M tokens
gpt-4-0125-preview	\$10.00 / 1M tokens	\$30.00 / 1M tokens
gpt-4-1106-preview	\$10.00 / 1M tokens	\$30.00 / 1M tokens
gpt-4-vision-preview	\$10.00 / 1M tokens	\$30.00 / 1M tokens
gpt-3.5-turbo-0125	\$0.50 / 1M tokens	\$1.50 / 1M tokens
gpt-3.5-turbo-instruct	\$1.50 / 1M tokens	\$2.00 / 1M tokens
gpt-3.5-turbo-1106	\$1.00 / 1M tokens	\$2.00 / 1M tokens
gpt-3.5-turbo-0613	\$1.50 / 1M tokens	\$2.00 / 1M tokens

En este espacio de desarrollador se debe cargar un mínimo de 10U\$\$ para comenzar a usar la API, el uso y el saldo del crédito disponible es fácilmente controlable porque se puede incrementar o delimitar según el consumo. Con un uso más regular del chatbot, se podrá ir afinando el coste asociado a la plataforma.

En resumen, según la Figura 62, durante el mes de abril se produjeron 140 peticiones de la API, una cantidad de 624.948 tokens generados, discriminados en entrantes y salientes y según el modelo gpt-4-1106, el coste asociado fueron 7,15€ en OpenAI.

Figura 62
Análisis de uso modelo GPT-4-1106-preview



En cuanto a los gastos indirectos (Tabla 2), se hace un desglose de las horas invertidas, adicionalmente los gastos de formación complementaria que se han considerado necesarias para el diseño e implementación de la asistente.

Tabla 2
Costes indirectos

Concepto	Coste
Fase diseño, entrenamiento y prueba (4h/día x 61 días x 5,41€/h ⁵)	1.320,24 €
Matrícula curso “Usos educativos de la IA”	180 €
Total CI	1.500,24€

Para concluir este anexo, se resume que el coste total del proyecto hace un total de 1.713,27€, también se hace la apreciación que estos costes se podrían optimizar. El tiempo de diseño, creación y entrenamiento, en el caso que el lector decida realizar por propia cuenta un modelo de asistente, se reducirá al tener una guía en este trabajo para ello. Asimismo, si este fuera el objetivo, no se considera necesario realizar un curso específico puesto que lo necesario para desarrollar el producto lo puede encontrar en estos anexos. Así, al reducir las horas de coste indirecto, necesariamente se reducen los costes directos para dedicarlos o dirigirlos a la fase de prueba⁶.

⁵ Para ello se contempla, como base, la retribución de un investigador predoctoral primer año. <https://www.ucm.es/portaldetransparencia/retribuciones-investigador-predocctoral-posdoctoral>

⁶ Nota al lector: si mi trabajo le ha resultado útil, me encantaría recibir sus comentarios a través del correo electrónico tfm.ai.2324@gmail.com.

