



Índice

1 Introducción	7
1.1 Resumen ejecutivo	7
1.2 Motivación	8
1.3 Objetivos	9
2 Estado del arte	10
2.1 Estado actual de la técnica	10
2.2 Breve historia de la inteligencia artificial	11
2.3 Importancia de la IA en la educación	14
2.4 Definición de herramienta docente que usa inteligencia artificial	15
3. Selección de herramientas y parámetros	17
3.1 Parámetros a evaluar	21
3.1.1 Educación de calidad	21
3.1.2 Huella de carbono	22
3.1.3 Green hosting	25
3.1.4 Accesibilidad digital	26
3.1.5 Calidad - Precio	29
4 Evaluación de las herramientas	30
4.1 NotebookLM	30
4.2 Gemini	38
4.3 Teachy	44
4.4 Mathway	51
4.5 PopAi	57
4.6 Elicit	64
4.7 Grammarly	71
4.8 Comparativa final entre herramientas IA	77
4.8.1 Educación de calidad	77
4.8.2 Green hosting	78
4.8.3 Huella de carbono	79
4.8.4 Accesibilidad digital	80
4.8.5 Calidad - Precio	81
4.8.6 Puntuación final	82
4.9 Discusión final	83

5. Conclusiones	86
6. Bibliografía	88



Tabla de figuras

Figura 1: NotebookLM Logotipo	30
Figura 2: NotebookLM Contraste de color 1	33
Figura 3: NotebookLM Contraste de color 2	34
Figura 4: NotebookLM Texto alternativo	34
Figura 5: NotebookLM Contenido ordenador	35
Figura 6: NotebookLM Contenido móvil	35
Figura 7: NotebookLM Precios	36
Figura 8: Puntuación NotebookLM	37
Figura 9: Gemini Logo	38
Figura 10: Gemini Contenido ordenador	41
Figura 11: Gemini Contenido móvil	41
Figura 12: Gemini Precios	42
Figura 13: Puntuación Gemini	43
Figura 14: Teachy Logo	44
Figura 15: Teachy Texto alternativo 1	47
Figura 16: Teachy Texto alternativo 2	47
Figura 17: Teachy Contenido ordenador	48
Figura 18: Teachy Contenido móvil	48
Figura 19: Teachy Precios 1	49
Figura 20: Teachy Precios 2	50
Figura 21: Teachy Precios 3	50
Figura 22: Puntuación Teachy	51
Figura 23: Mathway Logo	52
Figura 24: Mathway Contraste de color	54
Figura 25: Mathway Contenido ordenador	55
Figura 26: Mathway Contenido móvil	55
Figura 27: Mathway Precios	56
Figura 28: Puntuación Mathway	57
Figura 29: PopAi Logo	58
Figura 30: PopAi Contraste color 1	60
Figura 31: PopAi Contraste color 2	61
Figura 32: PopAi Texto alternativo	61

Figura 33: PopAi Contenido ordenador	62
Figura 34: PopAi Contenido móvil	62
Figura 35: PopAi Precios	63
Figura 36: Puntuación PopAi	64
Figura 37: Elicit Logo	65
Figura 38: Elicit Contraste color	67
Figura 39: Elicit Texto alternativo	68
Figura 40: Elicit Contenido ordenador	69
Figura 41: Elicit Contenido móvil	69
Figura 42: Elicit Precios	70
Figura 43: Puntuación Elicit	71
Figura 44: Grammarly Logo	72
Figura 45: Grammarly contenido ordenador	76
Figura 46: Grammarly Contenido móvil	76
Figura 47: Grammarly Precios	77
Figura 48: Puntuación Grammarly	78
Figura 49: Puntuación educación de calidad	79
Figura 50: Puntuación green hosting	80
Figura 51: Puntuación huella de carbono	81
Figura 52: Puntuación accesibilidad	82
Figura 53: Puntuación calidad - precio	83
Figura 54: Nota final	84

1. Introducción

1.1 Resumen ejecutivo

En este estudio comparativo se pretende analizar y comparar diferentes herramientas de inteligencia artificial utilizadas en el ámbito educativo, con un enfoque centrado en la sostenibilidad.

Este trabajo evalúa diversos parámetros clave que determinan si las herramientas de inteligencia artificial cumplen con el propósito de ayudar en la educación y su grado de sostenibilidad como su educación de calidad, alojamiento ecológico, huella de carbono, accesibilidad y sus costes

Las herramientas seleccionadas se han escogido por su uso ampliamente extendido y por ser reconocidas en el entorno académico. También se ha tenido en cuenta en la elección de estas herramientas que sean de uso gratuito.

Los parámetros seleccionados para evaluar a estas herramientas se han escogido con el propósito de identificar las fortalezas y debilidades de cada herramienta de IA.

Además, se analiza cómo estas herramientas pueden contribuir a una educación más equitativa especialmente en regiones con recursos limitados, identificando las características que favorecen su inclusión.

El objetivo de este trabajo es proporcionar una guía que permita a usuarios y educadores elegir las herramientas de IA más adecuadas según sus valores y necesidades promoviendo un uso responsable y sostenible de estas tecnologías en el ámbito docente.

1.2 Motivación

Mi motivación principal para realizar este trabajo ha sido tanto académica como científica, puesto que las IAs educativas consumen recursos computacionales (entrenamiento, inferencia) por lo que es esencial hacer un estudio para entender su sostenibilidad ambiental.

Comparar herramientas permite identificar alternativas menos demandantes energéticamente. Este estudio puede proponer una comparativa que ayude a tomar decisiones más informadas desarrollando criterios de evaluación sostenibles y éticos.

Adicionalmente también he tenido motivaciones educativas y sociales para promover una educación digital equitativa y accesible comparando estas herramientas IA para analizar su accesibilidad económica, lingüística, cultural y técnica, ya que algunas IA pueden beneficiar solo a quienes tienen más recursos como acceso a internet, hardware potente, inglés fluido, etc. por lo que compararlas ayuda a detectar cuáles realmente promueven la democratización del acceso a la educación.

El estudio que se lleva a cabo en este trabajo trata de analizar una serie de herramientas que hacen uso de inteligencia artificial para ayudar a identificar herramientas que no solo sean eficaces sino también sean accesibles, equitativas y viables a largo plazo. En un mundo cada vez más digitalizado es importante que las decisiones tecnológicas no generen desigualdades ni comprometan los compromisos ambientales.

Por último, he tenido como motivación personal el conseguir mi título de ingeniera informática. Para mi sorpresa la parte que más me ha gustado de haber estudiado esta carrera me ha sido la parte de “ingeniería”, ya que me ha ayudado a aprender a tener una mente abierta para resolver muchos tipos de problemas.

1.3 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es hacer un estudio comparativo de sostenibilidad en herramientas de inteligencia artificial de uso docente a través de una serie de parámetros que se puedan evaluar para identificar qué herramientas se ajustan mejor a las necesidades específicas de cada usuario. También es objetivo de este estudio comparativo determinar qué herramientas ayudan a democratizar la educación manteniendo un impacto ambiental bajo y promoviendo la accesibilidad y la equidad.

En este estudio comparativo no se pretende encontrar una herramienta que sea la mejor de todas ya que cada una sirve para casos de uso distintos. Se pretende analizarlas individualmente para identificar si cumplen con el cometido de ayudar con la educación y ser sostenibles al mismo tiempo.

Para llevar a cabo este estudio se han definido una serie de parámetros que se explican con más detalle más adelante en su apartado correspondiente. La selección de estos criterios se ha basado en los aspectos que considero más relevantes para evaluar una herramienta de inteligencia artificial aplicada al ámbito educativo y que además tenga en cuenta la sostenibilidad. Tanto la elección de los parámetros como su valoración han sido realizadas personalmente por la autora de este trabajo intentando mantener en todo momento la mayor objetividad posible.

Las herramientas seleccionadas para el análisis se han escogido intentando priorizar las herramientas que tienen un uso ampliamente extendido y son reconocidas en el entorno académico. También se ha tenido en cuenta la disponibilidad de versiones gratuitas ya que algunas opciones requieren pago y ello habría supuesto un coste económico elevado para la realización de este trabajo.

2. Estado del arte

2.1 Estado actual de la técnica

Las IAs docentes son aplicaciones y herramientas que usan inteligencia artificial para ayudar, mejorar y agilizar el proceso académico. Los usuarios hacen consultas a las IA y estas herramientas les devuelven las respuestas mediante aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural.

En los últimos años la inteligencia artificial ha experimentado un crecimiento exponencial convirtiéndose en una herramienta esencial en muchos sectores incluyendo la educación. Pero este avance tecnológico también ha creado preocupaciones sobre su impacto ambiental y su sostenibilidad a largo plazo. La formación y el posterior uso diario de los modelos de IA necesitan una gran cantidad de recursos computacionales lo que conlleva un alto consumo energético y una huella de carbono importante.

Actualmente la inteligencia artificial aplicada a la educación está en una etapa de expansión y experimentación. Cada vez hay más herramientas diseñadas para apoyar tanto a docentes como a estudiantes, desde asistentes virtuales y corrección automática de tareas, hasta plataformas que personalizan el aprendizaje según el ritmo de cada persona. Aunque muchas de estas aplicaciones ya están dando buenos resultados y facilitando la enseñanza todavía existen desafíos importantes por resolver, como garantizar la accesibilidad y reducir el impacto ambiental de estas tecnologías. En general, la IA en educación tiene un gran potencial pero su desarrollo debe ir acompañado de un enfoque ético, inclusivo y sostenible para que realmente beneficie a toda la comunidad educativa.

2.2 Breve historia de la inteligencia artificial

Desde la antigüedad el ser humano ha soñado con la inteligencia artificial.

Primero con mitos e historias sobre seres artificiales dotados de inteligencia por seres humanos.

Pero la historia de la inteligencia artificial comienza de verdad en los años 40 con la invención de la computadora digital programable. Se trataba de una máquina capaz de realizar automáticamente secuencias de operaciones aritméticas o lógicas basado en el razonamiento matemático abstracto.

Los primeros pasos concretos en los que se avanzó en la inteligencia artificial no vinieron hasta las décadas de 1940 y 1950.

Según Wolfenstein, K. [44] estos primeros pasos fueron llevados a cabo con figuras clave como Alan Turing con su concepto de la "Máquina de Turing" (1936) y su posterior "Test de Turing" (1950). La máquina de Turing (1936) es un modelo teórico capaz de simular cualquier algoritmo y establecer los fundamentos de la computación. Posteriormente en 1950 Turing propuso el Test de Turing, donde una máquina pasa como "pensante" si convence a un evaluador humano en conversación textual de que quien está hablando (la máquina) es un humano.

Según Blakemore, E. [2] este invento sirvió para sentar las bases para crear computadoras que pudieran procesar información de manera universal construyendo las bases sobre las cuales se construyeron las computadoras que usamos hoy en día.

El Nacimiento de la IA según Peter, S. [30] el término "Inteligencia Artificial" fue acuñado en 1956 durante la Conferencia de Dartmouth, organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester. Este evento se considera el punto de partida oficial del campo de la IA, con el objetivo declarado de construir máquinas que pudieran simular todos los aspectos del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia.

Los primeros años de la IA estuvieron marcados por un gran optimismo y la creación de programas que podían resolver problemas de lógica, jugar juegos

simples como las damas (Arthur Samuel), y realizar traducciones automáticas rudimentarias [41]. Programas como Logic Theorist y General Problem Solver (GPS) de Newell y Simon demostraron la capacidad de las máquinas para razonar a través de la manipulación de símbolos

La primera "Edad de Hielo" de la inteligencia artificial se produjo en la década de 1970. A pesar de los primeros éxitos la IA pronto se encontró con limitaciones. Los problemas del "mundo real" que se intentaban emular en las máquinas resultaron ser mucho más complejos de lo que se pensó, y resultó muy difícil poder plasmarlos de manera computacional.

La dificultad de representar el conocimiento del mundo real de una manera que las máquinas pudieran entender y utilizar eficazmente se convirtió en un obstáculo importante. La explosión combinatoria en la búsqueda de soluciones para problemas complejos también limitó el alcance de los primeros programas de IA.

Otro problema que surgió fue que estos fracasos hicieron que el gobierno de EEUU pusiera recortes de financiación en la inteligencia artificial [42]. La falta de avances significativos que cumplieran con las promesas iniciales llevó a una disminución del interés y la financiación para la investigación en IA lo que se produjo lo que se conoce como la "Primera edad de hielo de la IA".

En la década de 1980 se presenció un resurgimiento del interés en la IA, impulsado principalmente por el éxito de los sistemas expertos. Estos programas buscaban emular la capacidad de toma de decisiones de un experto humano en dominios específicos, utilizando bases de conocimiento y reglas de inferencia. Las redes neuronales vivieron un renacimiento gracias a figuras clave como John Hopfield y Geoffrey Hinton. Hopfield desarrolló una red capaz de almacenar y recuperar patrones mediante un proceso de minimización energética, introduciendo el concepto de memoria asociativa. Por otra parte, Geoffrey Hinton junto con Terrence Sejnowski, crearon la máquina de Boltzmann. Una red neuronal que podía aprender distribuciones de probabilidad complejas y reconocer patrones.

Estos avances demostraron que las redes neuronales no solo servían para clasificar información, sino también para generar o completar datos. Así, sentaron las bases de los actuales modelos generativos usados en inteligencia artificial [44].

Pero a pesar de su éxito inicial, los sistemas expertos también mostraron limitaciones como la dificultad de adquirir y mantener el conocimiento, la falta de capacidad para aprender o generalizar más allá de su dominio específico y además de la dificultad para poder llevar el mantenimiento y la actualización de las grandes bases de conocimiento de los sistemas expertos produjeron la segunda “Edad de Hielo” de la inteligencia artificial.

A pesar de la decepción con los sistemas expertos y la segunda “Edad de Hielo” en la década de 1990 el Machine Learning (aprendizaje automático) se consolidó como un campo clave de la inteligencia artificial. Según Mitchell, T. M. [29] centrándose en el desarrollo de algoritmos que permiten a las máquinas aprender a partir de datos sin ser programadas explícitamente. Se popularizaron técnicas como las máquinas de vectores de soporte (SVM), los árboles de decisión y los métodos de conjunto (ensemble methods). Estas nuevas técnicas mejoraron el rendimiento en tareas como clasificación y predicción y además sirvieron para establecer las bases teóricas del aprendizaje estadístico.

A partir del siglo XXI la IA ha podido disponer de una gran cantidad de datos (Big Data) y un aumento significativo en el poder computacional. Estos dos factores han sido cruciales para el avance de las técnicas de aprendizaje automático, especialmente el aprendizaje profundo (Deep Learning).

El aprendizaje profundo (deep learning) está basado en redes neuronales artificiales con múltiples capas. Según Google DeepMind [14] gracias a esto se han logrado grandes avances en diferentes áreas como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural, el reconocimiento de voz y los juegos como por ejemplo la victoria de AlphaGo sobre el campeón mundial de Go

En la actualidad la IA se usa en una amplia gama de aplicaciones y sectores, incluyendo asistentes virtuales, coches autónomos, ámbito académico, diagnósticos médicos, ciberseguridad etc.

El futuro de la IA promete transformaciones en nuestra sociedad con el potencial de resolver problemas complejos y mejorar la vida de las personas.

2.3 Importancia de la IA en la educación

Según UNESCO [37] el uso de la inteligencia artificial en la educación se puede explicar cómo una tecnología capaz de simular las facultades de la mente humana. Una inteligencia artificial puede razonar tomando decisiones basadas en reglas lógicas, aprender de experiencias pasadas, ser creativa asociando ideas, planear tareas organizando información de manera lógica para alcanzar un objetivo.

El aprendizaje ha cambiado desde la llegada de la tecnología, pero en especial desde la llegada de la IA. La forma en la que se educa a los estudiantes de hoy en día hace que los alumnos ya no sean participantes pasivos en el aprendizaje, ahora el aprendizaje es una actividad conjunta en la que todas las personas son activas tanto el profesor como los alumnos/as.

La innovación educativa es el cambio de la educación tradicional a la nueva educación basada en cuatro elementos: las personas, el conocimiento, los procesos y la tecnología [6]. En este trabajo se va a centrar en la tecnología en inteligencias artificiales.

La inteligencia artificial usa la tecnología para innovar en la educación mediante varias aplicaciones. Una de estas aplicaciones es la pedagogía inversa. La utilidad de la pedagogía inversa con la tecnología consiste en el cambio de roles de profesores y alumnos de forma que los alumnos con las IA participan de forma activa en su proceso de aprendizaje. Por ejemplo, con una IA como ChatGTP un alumno va dando indicaciones a la IA de lo que quiere

que le explique. Otra aplicación de aprendizaje innovador usando la tecnología es la personalización del aprendizaje. Las IA se adaptan para ajustar el contenido educativo según el desempeño y las necesidades del estudiante. Por último, está también la accesibilidad e inclusión en el aprendizaje que trata desde conversión de texto a voz y viceversa para alumnos con discapacidades hasta tener un profesor virtual disponible a cualquier hora del día dependiendo de las necesidades del alumno.

En el año 2019 la UNESCO publicó los Consejos de Beijing sobre la inteligencia artificial en la educación con el fin de sacar beneficio a la inteligencia artificial de manera ética. En el primer consenso sobre la inteligencia artificial y la educación publicado por la UNESCO [35], se define el objetivo de estas recomendaciones como garantizar que todos tengan las mismas oportunidades de acceder al conocimiento y equilibrar el impacto ambiental y el acceso equitativo a estas tecnologías. Las recomendaciones de la UNESCO más relevantes fueron promover el uso equitativo e inclusivo de la IA independientemente de si una persona tiene una discapacidad, de su estatus social o económico.

Otra interesante recomendación es que las IAs no reemplacen a los docentes si no que en su lugar los empoderen enseñándolos a trabajar con la IA en vez de contra la IA. Respecto a los datos, velar que sean verídicos y estimular la planificación de políticas basadas en datos empíricos. Por último, apoyar el diseño de nuevos modelos de inteligencias artificiales donde las ventajas predominen sobre los riesgos.

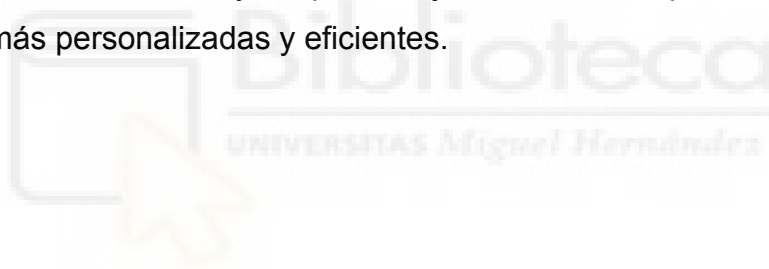
2.4 Definición de herramienta docente que usa inteligencia artificial

Una herramienta docente con IA actúa como un asistente inteligente que busca optimizar el proceso educativo, mejorar la eficiencia del profesorado y favorecer un aprendizaje más significativo y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes.

En el artículo “La inteligencia artificial como recurso docente: usos y posibilidades para el profesorado” se establece que la IA en la educación se percibe como un instrumento que puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el aula permitiendo una mayor personalización y eficiencia en los procesos educativos [33].

Además, la IA proporciona el potencial necesario para abordar algunos de los desafíos mayores de la educación actual que es innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y acelerar el progreso hacia la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 que busca garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad [36].

En resumen, una herramienta docente basada en inteligencia artificial es un recurso tecnológico que al usarse en los entornos educativos tiene el potencial de transformar la enseñanza y el aprendizaje, ofreciendo experiencias mejoradas, más personalizadas y eficientes.



3. Selección de herramientas y parámetros

En este trabajo se lleva a cabo un análisis comparativo de herramientas educativas que usan inteligencia artificial.

Dicho análisis se realiza sobre una muestra limitada de este tipo de herramientas, cuya selección se ha hecho en base a los criterios propuestos en el punto 2.3 que son los siguientes:

- Optimización del proceso educativo: La inteligencia artificial tiene un abanico enorme posibilidades para optimizar el proceso educativo y ayudar tanto a profesores como a estudiantes en la enseñanza tales cómo creación de materiales educativos, automatización de tareas repetitivas, análisis del progreso de los estudiantes, aprendizaje personalizado entre otros.
- Mejora de la eficiencia del profesorado: Las herramientas de inteligencia artificial pueden ayudar al profesorado a automatizar tareas diversas cómo corrección de exámenes, optimización de las clases. Pueden también crear nuevos materiales docentes o personalizar los ya existentes. Una característica importante es que la IA puede ayudar al profesorado a identificar qué estudiantes requieren de ayuda adicional.
- Fomento del aprendizaje significativo: Una característica importante de las herramientas de inteligencia artificial que permiten un aprendizaje significativo es que permiten retroalimentación inmediata los alumnos y profesores.
- Adaptación a necesidades individuales: Las herramientas IA pueden cambiar el aprendizaje al ofrecer experiencias personalizadas que se adaptan al ritmo y estilo de cada estudiante. También facilitan el acceso a grandes cantidades de información y recursos educativos democratizando el aprendizaje.

- Potencial transformador del aprendizaje: Algunas herramientas de inteligencia artificial son capaces de analizar patrones de aprendizaje lo cual ofrece nuevas perspectivas para mejorar las estrategias pedagógicas abriendo un potencial transformador en la educación. Por otra parte, también puede automatizar tareas repetitivas lo cual deja más tiempo libre para otras tareas.
- Versiones de prueba gratuitas: Para hacer una evaluación se necesitan herramientas que tengan una versión de prueba gratuita.

Las herramientas seleccionadas han sido:

- NotebookLM [12]
- Gemini [11]
- Teachy [34]
- Mathway [26]
- PopAi [31]
- Elicit [7]
- Grammarly [14]

En esta selección se han incluido asistentes de escritura y organización como NotebookLM, Gemini, PopAi y Grammarly por su utilidad en la creación y mejora de contenidos. Teachy destaca por generar recursos didácticos específicos para docentes. Mathway ayuda con el aprendizaje de matemáticas con soluciones paso a paso. Por último, Elicit se ha elegido por su valor en la investigación académica. Todas estas herramientas también se han elegido porque son accesibles, actuales, reflejan diferentes usos de la IA en educación, y están disponibles para el público general muchas con versiones gratuitas o de fácil acceso desde la web sin requerir instalaciones complicadas ni conocimientos técnicos avanzados para su uso básico.

En la siguiente tabla se muestra un breve análisis puntuando cada herramienta seleccionada en una escala de Likert de 5 puntos para comprobar si cumplen los criterios antes mencionados:

Herramienta	Optimización del Proceso Educativo	Mejora de la Eficiencia del Profesorado	Fomento del Aprendizaje Significativo	Adaptación a Necesidades Individuales	Potencial para Transformar Aprendizaje
NotebookLM	4	4	4	3	4
Gemini	3	4	3	3	4
Teachy	4	4	4	4	5
Mathway	2	3	3	3	3
PopAi	3	4	3	2	3
Elicit	3	4	4	2	4
Grammarly	3	3	4	4	3

A continuación, se explica detalladamente porqué cada herramienta seleccionada cumple con los criterios mencionados y ha sido escogida para este análisis:

- **1. NotebookLM [12]:** Sirve para trabajar con grandes cantidades de texto que el usuario le proporciona, a su vez la herramienta con ese texto puede resumirlo, extraer información y generar preguntas lo cual sirve para optimizar el proceso educativo. Puede adaptarse parcialmente a las necesidades individuales del estudiante porque se le puede pedir tareas personalizadas y tiene un potencial transformador de la enseñanza.
- **2. Gemini [11]:** Se trata de un modelo de lenguaje multimodal que sirve para ayudar a generar nuevas ideas, responder preguntas complejas y ofrecer distintas perspectivas de un tema, todo esto sirve para ayudar a mejorar la eficiencia del profesorado porque le resta carga de trabajo a los profesores.

- **3. Teachy [34]:** Esta herramienta sirve como plataforma para crear materiales educativos lo cual optimiza el proceso educativo, los profesores pueden colgar sus materiales en ella y evaluar a los alumnos mejorando la eficiencia del profesorado y fomentando a solventar las necesidades individuales del alumnado.
- **4. Mathway [26]:** Esta herramienta se centra en la resolución de problemas matemáticos. Puede ser una herramienta útil para estudiantes y profesores de matemáticas ya que tiene capacidad para optimizar el proceso educativo y fomentar un aprendizaje significativo. Por otra parte, también ofrece cierta adaptación al nivel del problema matemático que se quiera resolver lo cual sirve para adaptar las necesidades del alumnado.
- **5. PopAi [31]:** Ofrece funcionalidades de chateo con la inteligencia artificial, creación de presentaciones, resúmenes de PDFs, soporte bilingüe con traducciones a diversos idiomas etc. Todas estas características pueden ser útiles para mejorar la eficiencia del profesorado y para ser de utilidad para tener un potencial transformador del aprendizaje.
- **6. Elicit [7]:** Se enfoca en la investigación y el análisis de literatura científica. Puede optimizar la búsqueda de información relevante para la enseñanza y el aprendizaje fomentando la mejora de la eficiencia del profesorado y el fomento del aprendizaje significativo.
- **7. Grammarly [16]:** Funciona como corrector gramatical y ortográfico ofreciendo también funciones para mejorar la calidad y el estilo de escritura en inglés. Sus fuertes para mejorar la educación se basan en fomentar el aprendizaje significativo de la ortografía en inglés y atender a las necesidades individuales de cada estudiante ya que Grammarly da retroalimentación instantánea de los errores ortográficos y sugiere mejoras.

3.1 Parámetros a evaluar

Para la realización de esta comparativa de herramientas se han elegido una serie de parámetros a evaluar los cuales van a ser puntuados en una escala de puntuación Likert de 1 al 10 (1 es mínima nota y 10 es la máxima nota posible) lo que permite obtener datos más detallados y precisos según se considere que son buenas para uso docente y si cumplen con las buenas prácticas de la sostenibilidad detalladas a continuación.

3.1.1. Educación de calidad

El Objetivo 4 “Educación de calidad” de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos [38].

Este objetivo es fundamental para romper el ciclo de la pobreza, reducir las desigualdades y fomentar sociedades más pacíficas y sostenibles. Además, el ODS 4 refleja que la inteligencia artificial (IA) puede actuar como un habilitador para todos sus objetivos.

Este ODS 4 actúa como facilitador para las metas:

- Garantizar que todas las niñas y todos los niños completen una enseñanza primaria y secundaria gratuita, equitativa y de calidad que produzca resultados de aprendizaje pertinentes y eficaces.
- Garantizar que todas las niñas y los niños tengan acceso a servicios de desarrollo, atención y educación preescolar de calidad en la primera infancia, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria.
- Garantizar la igualdad de acceso para todos los hombres y mujeres a una educación técnica, profesional y superior asequible y de calidad, incluida la universitaria.

- Aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos con competencias relevantes, incluidas las técnicas y profesionales, para el empleo, el trabajo decente y el emprendimiento
- Eliminar las disparidades de género en la educación y garantizar la igualdad de acceso a todos los niveles de la educación y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad.
- Garantizar que todos los jóvenes y una proporción sustancial de los adultos, tanto hombres como mujeres, tengan conocimientos de alfabetización y aritmética
- Garantizar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.

Según Vinuesa, R. et al [39] todas estas metas (excepto la última) a su vez de ser facilitadoras son también inhibidoras al mismo tiempo, lo cual significa que el papel de la inteligencia artificial todavía en la enseñanza todavía tiene muchas cosas por mejorar.

Sobre la última meta según el mismo artículo sólo se han encontrado evidencias de que podría tener un impacto positivo en el logro de esa meta.

3.1.2 Huella de carbono

La huella de carbono es la medida total de gases de efecto invernadero principalmente dióxido de carbono (CO₂) que se emiten directa o indirectamente como resultado de las actividades humanas, entre ellas las páginas webs dónde están alojadas las herramientas que se analizan en este trabajo.

La huella de carbono de una web se calcula mediante cinco pasos según Web Site Carbon [40]:

- Transferencia de datos a través de cable: Consiste en que al cargar una página web el consumo de energía que se usa es aproximadamente proporcional a la cantidad de datos transferidos de dicha página. Después se mide los datos transferidos por cable al cargar la página web y se multiplican por los datos de consumo de energía.
- Intensidad energética de los datos web: Con la energía que se consume en el centro de datos (data center) se hace un cálculo aproximado para sacar la intensidad energética de los datos web. El cálculo es aproximado porque pueden variar dependiendo del sitio web y del visitante. Los centros de datos son una instalación física centralizada que almacena, procesa y distribuye información de forma segura y eficiente. Es dónde se alojan los servidores, equipos de red, almacenamiento y otros dispositivos necesarios para el funcionamiento de sistemas de información.
- Fuente de energía utilizada por el centro de datos: Para calcular la fuente de energía se asume que todos los sitios web utilizan electricidad de la red estándar para la red de telecomunicaciones y el usuario final. Después para calcular el consumo de energía del centro de datos se consulta la base de datos en la web de The Green Web Foundation [35] para comprobar si el centro de datos utiliza un green hosting.
- Intensidad de carbono de la electricidad: La intensidad de carbono de la red se basa en el promedio internacional, después se usa un factor de carbono más para la electricidad que proviene de fuentes renovables usada en los centros de datos de las webs.
- Tráfico del sitio web: Por último, al juntar todos estos cálculos se obtiene una idea más o menos precisa de las emisiones asociadas que genera

un usuario cuando visita una página web. Si se quiere calcular aproximadamente el CO₂ de las visitas anuales de los usuarios a una página web se multiplica el carbono obtenido en estos cálculos por el número típico de visitas anuales a una web.

Otros factores externos que pueden influir son el tamaño de las imágenes y videos de una web, alto tráfico de visitas en diferentes periodos de tiempo o en el mismo momento, el no uso de green hosting y si en el código con el que la web está hecha hay código basura que no se está usando.

Sobre los niveles de huella de carbono en los que se clasifican las páginas web no existe una clasificación universal oficial como existe por ejemplo con las etiquetas energéticas de electrodomésticos. Pero, sin embargo, varias herramientas que calculan la huella de carbono y expertos en diseño web sostenible han creado escalas orientativas que permiten clasificar sitios web según su eficiencia ambiental en términos de emisiones de CO₂e (dióxido de carbono equivalente) por visita.

Es importante explicar que se mide en CO₂e y no CO₂ (dióxido de carbono) porque en estas mediciones se tiene en cuenta que existen otros gases que contribuyen al cambio climático y no solo el dióxido de carbono. Estos otros gases también tienen el potencial de calentamiento global (en inglés llamado Global Warming Potential (GWP)) y son los siguientes:

- Metano que es de 28 a 36 veces más potente que el CO₂
- Óxidos de nitrógeno que son de 265 a 298 más potentes que el CO₂
- Hexafluoruro de azufre que es superior al CO₂ 23.000 veces más.

Estas mediciones están respaldadas por fuentes oficiales que usan el CO₂e cómo por ejemplo IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) IPCC, Greenhouse Gas Protocol [46] y ISO 14064 Norma Internacional sobre Huella de Carbono [20].

Según la Web Site Carbon [40] la clasificación orientativa las emisiones de CO₂e es la siguiente:

Nivel	Emisiones por visita (aprox)
Muy baja	0.10 g – 0.30 g CO ₂ e
Baja	0.30 g - 0.60 g CO ₂ e
Media	0.60 g - 1.00 g CO ₂ e
Alta	1.00 g - 2.00 g CO ₂ e
Muy alta	> 2.00 g CO ₂ e

3.1.3 Green hosting (alojamiento ecológico)

El alojamiento ecológico (o green hosting) sirve para reducir el impacto ambiental de los sitios web y servicios digitales. Consiste en utilizar hostings que consumen grandes cantidades de energía procedente de fuentes contaminantes procedentes de combustibles fósiles. El alojamiento ecológico apuesta por usar energía renovable como electricidad generada por fuentes limpias como la solar, eólica e hidroeléctrica.

También algunos green hostings no usan estas fuentes renovables, pero en su lugar intentan compensar el carbono que emiten con proyectos sostenibles como la reforestación, energía limpia, etc.

Otra característica de los green hostings es que usan infraestructura eficiente de servidores optimizados que consumen menos energía y generan menos calor.

Existen diferentes tipos de alojamientos ecológicos, pero no todos son iguales. Hay alojamientos ecológicos más económicos, pero para conseguir un precio más económico renuncian a otro tipo de factores que son importantes para la sostenibilidad como soporte de incidencias con trabajadores humanos (y no máquinas), historias de actividad de más del 95% del tiempo en línea y la privacidad de los datos.

Tal y como se dice en Mightybytes. Sustainable Web Design [27] si los alojamientos ecológicos más económicos no están igualmente comprometidos con la seguridad, la privacidad de los datos, la atención al cliente y otras cuestiones importantes no merece la pena apoyarlos

Algunas empresas no tienen la capacidad de construir sus propios parques eólicos o paneles solares para su alojamiento ecológico y usan lo que se llaman REC (Renewable Energy Certificates, o Certificados de Energía Renovable). Las REC cómo su nombre indica son certificados para respaldar que se está usando energía renovable. Según Mightybytes [28] consisten en usar energía renovable, pero a diferencia de las empresas con paneles solares en los tejados de sus centros de datos, la energía se genera en otro lugar.

Una REC representa 1 megavatio-hora (MWh) de electricidad generada a partir de fuentes renovables y que luego ha sido inyectada en la red eléctrica. Las REC no garantizan que la electricidad venga de fuentes renovables, pero sí certifican que una parte ha sido producida con energías renovables.

3.1.4 Accesibilidad digital

Según Frick, T. [8], la experiencia de usuario optimizada es aquella en la que los visitantes del sitio web pueden realizar tareas de forma rápida e intuitiva, independientemente de que dispositivo o plataforma usen para acceder al contenido de la página web e independientemente de si tienen alguna discapacidad o no. Hay millones de usuarios de internet en el mundo y de dispositivos por lo tanto diseñar experiencias de usuario optimizadas es fundamental.

Si un sitio web es accesible digitalmente ayuda a las personas con discapacidad a poder experimentar todo el contenido como una persona que no tiene ninguna discapacidad. Gracias a la accesibilidad digital también puede ser beneficiosa para el planeta, ya que a menudo las mejoras que hay que hacer para las personas con discapacidad ayudan a mejorar el rendimiento y la

eficiencia de las páginas web y a que los usuarios estén satisfechos.

Todas estas herramientas de inteligencia artificial que se evalúan en este trabajo están en páginas web, así que es importante conocer cómo hacer una web más accesible digitalmente.

Las pautas de accesibilidad del contenido web (Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)) [47] se crearon en 1999 pero desde entonces hasta ahora han evolucionado hasta la versión 2.2 actual, y con la versión 3.0 en desarrollo.

Para que una web sea accesible digitalmente, debe cumplir una serie de criterios y pautas establecidas en las WCAG 2.2 dentro de los siguientes principios:

- **Perceptible:** las personas deberían poder percibir claramente el contenido web utilizando múltiples sentidos, como la vista, el oído y el tacto.
- **Operable:** Los usuarios deben poder interactuar con el contenido web utilizando una variedad de dispositivos adaptables, incluidos teclado, mouse, lector de pantalla, etc.
- **Comprensible:** la interacción con el contenido web debe ser fácil de entender para la mayor cantidad de personas posible.
- **Robusto:** el contenido web debe funcionar bien en todos los navegadores y plataformas, incluidas las tecnologías de asistencia.

Al aplicar estos cuatro principios a una página web además de ayudar a las personas con discapacidades se consigue mejorar la velocidad, el rendimiento consiguiendo así hacer una página web más sostenible.

Las WCAG 2.2 definen tres niveles de conformidad de accesibilidad web:

- **Nivel A:** Es el nivel mínimo. Consiste en mejorar la accesibilidad y hacer que sea más fácil para los lectores navegar y traducir el contenido.
- **Nivel AA:** Este nivel es el recomendado y obligatorio por ley en muchos países entre ellos en la Unión Europea. Consiste en hacer que el contenido sea más accesible para muchas más personas con discapacidades porque tiene unas directrices que orientan sobre el contraste de color, identificación de errores etc.
- **Nivel AAA:** Es el nivel máximo y el óptimo de todos. Cumplir este nivel significa que el sitio web es extremadamente accesible, incluyendo situaciones que requieren un acceso más específico y detallado.

En este trabajo se analiza la accesibilidad digital de las herramientas IA seleccionadas con la ayuda de la herramienta Lighthouse [10] que está integrada en Chrome DevTools y genera un informe de accesibilidad con los apartados:

- **Contraste de color:** El texto tiene suficiente contraste con el fondo para que sea legible.
- **Texto alternativo en elementos importantes:** Las imágenes y los elementos importantes tienen descripciones que son necesarias para que un lector de pantalla pueda saber que hay en los diferentes elementos de una web.
- **Contenido adaptable:** El diseño se adapta a distintos tamaños de pantalla sin perder funcionalidad
- **Nivel de conformidad:** Si es A, AA o AAA dependiendo de qué directrices cumplen la web dará de un tipo o de otro.

3.1.5 Calidad - Precio

Algunas herramientas IA sólo ofrecen un modo de prueba con funciones básicas. Para este análisis se ha seleccionado herramientas que tengan una versión de prueba gratuita. Este ha sido uno de los criterios clave para la selección de las herramientas en este análisis.

Es un aspecto fundamental ya que muchas herramientas de inteligencia artificial en el ámbito educativo requieren una suscripción o pago previo para acceder a todas sus funcionalidades. Sin embargo, varias de estas plataformas que se analizan en esta comparación ofrecen un acceso limitado a modo de prueba lo que permite a los usuarios entender sus capacidades básicas y evaluar si se ajusta a sus necesidades antes de comprometerse económicamente.

La disponibilidad de una versión de prueba aparte de facilitar la comparación entre herramientas también democratiza el acceso a tecnologías avanzadas de inteligencia artificial para uso docente permitiendo que docentes y estudiantes puedan experimentar con ellas sin barreras iniciales. En este trabajo se han priorizado las herramientas que ofrecen una versión gratuita, aunque sea con funcionalidades restringidas.

En definitiva, el uso de versiones de prueba gratuitas no solo ha sido una necesidad práctica sino también una garantía para estudiar la comparabilidad entre herramientas.

Al finalizar el análisis individual de cada herramienta se incluye un breve resumen dando una valoración general y ofreciendo una reflexión sobre las situaciones en las que su uso podría ser más conveniente en comparación con otras alternativas disponibles.

4. Evaluación de las herramientas

En este capítulo se procede a hacer una evaluación completa de cada herramienta de inteligencia artificial seleccionada usando los parámetros antes elegidos.

Para ello se ha seguido una metodología sistemática basada en una escala de puntuación de Likert que permite cuantificar el desempeño de cada herramienta en cada uno de los parámetros analizados para comprobar si son buenas para uso docente y si cumplen con las buenas prácticas de la sostenibilidad. Los resultados obtenidos se presentan en forma de tablas comparativas que facilitan la interpretación y la comparación directa entre las distintas herramientas evaluadas.

4.1. NotebookLM

Logotipo:



Figura 1: NotebookLM Logotipo

Página web: <https://notebooklm.google/>

Breve descripción de la herramienta:

Herramienta que usa inteligencia artificial para ayudar a los usuarios a interactuar con sus propios documentos que suben como inputs a la plataforma. La base del conocimiento que usa NotebookLM es la que el usuario le proporciona y este resuelve las cuestiones sobre lo que el usuario le ha proporcionado. NotebookLM está más centrado en la investigación académica. Puede generar resúmenes, explicaciones y respuestas basados en el contenido cargado por el usuario. También tiene la opción de resumir audio que sirve para resumir documentos en formato audio.

Educación de calidad

Se ha identificado que la IA puede considerarse un facilitador gracias a su uso para la educación a distancia que permite educar a más estudiantes en países subdesarrollados logrando un rendimiento muy bueno.

Cómo deshabilitador se puede considerar que NotebookLM puede generar contenido o explicaciones que no se ajusten al contexto cultural. Esto puede ser un problema en países donde la educación debe respetar tradiciones, idiomas distintos según se comenta en los dos estudios de Woolf, B.P. [45] y Lim, C. P. et al. [24].

Por otra parte, según Hilber, M. [17] la necesidad de políticas para asegurar un acceso equitativo, especialmente entre géneros puede ser otro deshabilitador. NotebookLM requiere acceso a internet, dispositivos y habilidades en tecnologías digitales lo que puede reforzar brechas ya existentes si no se acompaña de políticas inclusivas ya que no en todos los países los hombres y mujeres saben lo mismo sobre tecnología.

Por último, NotebookLM depende de los documentos que se le suban. Esto requiere de una conexión a internet y puede ser una limitación si los estudiantes no tienen acceso a conexiones de internet adecuadas.

Referido a la meta que tiene como objetivo que todos los hombres y mujeres tengan igualdad de acceso a una educación técnica, profesional y superior asequible y de calidad, incluida la universitaria NotebookLM puede ayudar a facilitar el conocimiento a todos o cual sirve como facilitador.

Pero en contraparte cómo inhibidor tenemos que, si la educación evoluciona de tal manera que se requiere una formación más intensiva y acceso a los datos, se aumenta las desigualdades.

Alojamiento ecológico

NotebookLM está hospedado en Google Cloud. Esta herramienta ha sido desarrollada por Google y su sitio oficial es parte del dominio `notebooklm.google.com`. lo que indica que está alojada en la misma infraestructura que el resto de los servicios de Google.

Aunque Google no etiqueta explícitamente sus centros de datos como parte de green hosting, varios informes oficiales demuestran que sus operaciones cumplen con los principios fundamentales del green hosting.

Google es una de las empresas que más informes publica sobre su compromiso con la sostenibilidad.

Según el informe de Google LLC. [15] que ha sido realizado por la consultora 3Degrees a petición de Google ha revisado la metodología de Google para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al uso de sus productos en Google Cloud.

Este informe se ha centrado en demostrar que las emisiones de Google Cloud cumplen con los estándares del GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) Protocolo de Gases de Efecto Invernadero en español.

Las emisiones de Google provienen de diferentes fuentes cómo:

- Consumo eléctrico
- Emisiones de fabricación de equipos y construcción de instalaciones de centros de datos.
- Uso de combustibles fósiles como diésel para generadores de respaldo
- Desplazamientos de empleados asociados a las operaciones de los centros de datos

Las conclusiones obtenidas por este informe aseguran que la metodología usada por Google asociadas a sus servicios en la nube es coherente con el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol) y otras buenas prácticas de huella de carbono y que Google hace un uso responsable de datos usando datos fiables y supuestos bien documentados para estimar las emisiones relacionadas con los servicios que tiene en la nube.

Huella de carbono

NotebookLM emite 2.70g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 93% más “sucio” que el resto de las páginas web a nivel mundial. Esta cifra representa una huella de carbono considerablemente superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Muy alta. Aunque NotebookLM usa green hosting este CO₂e se puede deber a que la web puede cargar archivos pesados (JavaScript, CSS, fuentes y multimedia) aumentando el volumen de datos transferidos, usa contenido dinámico e interactivo ya que las interfaces avanzadas generan más solicitudes al servidor y usa servicios en la nube y e IA usando procesos computacionales intensivos que requieren de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** Hay varias secciones en las que el contraste de color es insuficiente entre las letras y el fondo y cuesta leer los textos cómo se muestra en la figura siguiente:

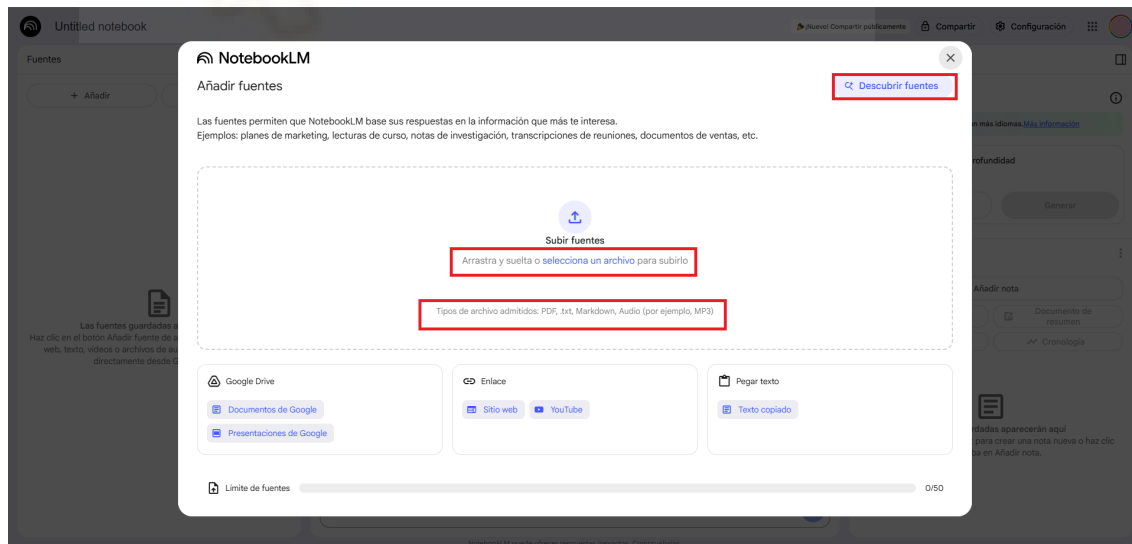


Figura 2: NotebookLM Contraste de color 1

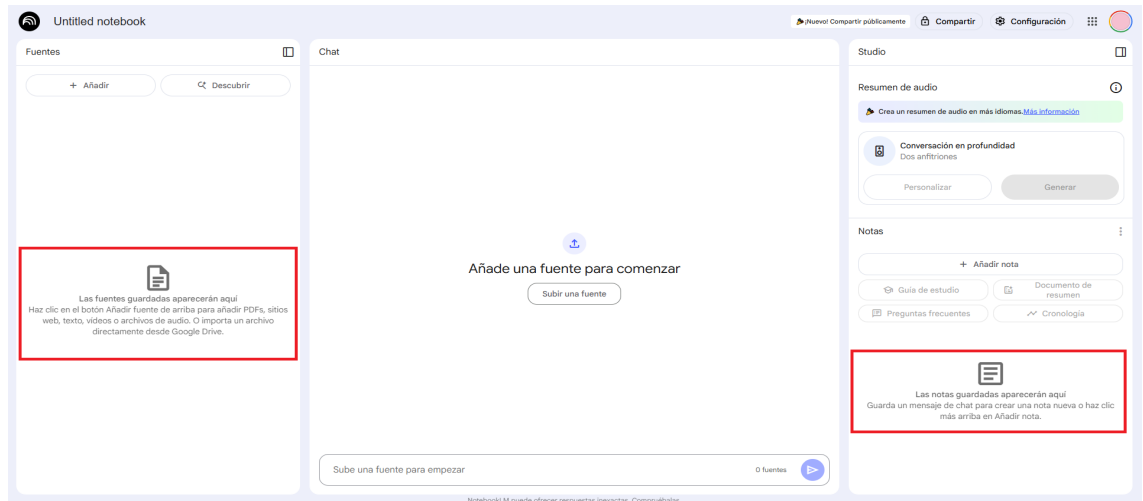


Figura 3: NotebookLM Contraste de color 2

- Texto alternativo en elementos importantes:** Según el informe generado por Lighthouse, NotebookLM tiene texto descriptivo en las imágenes importantes para las personas que usan un lector de pantalla. Pero en la pantalla de carga de documentos no hay etiquetas descriptivas ni en la barra que cuenta si se ha alcanzado el límite de documentos que se pueden subir. Sin estas etiquetas descriptivas las personas que necesitan usar un lector de pantalla no pueden saber si están subiendo documentos ni pueden saber si han llegado el límite de documentos que pueden subir.

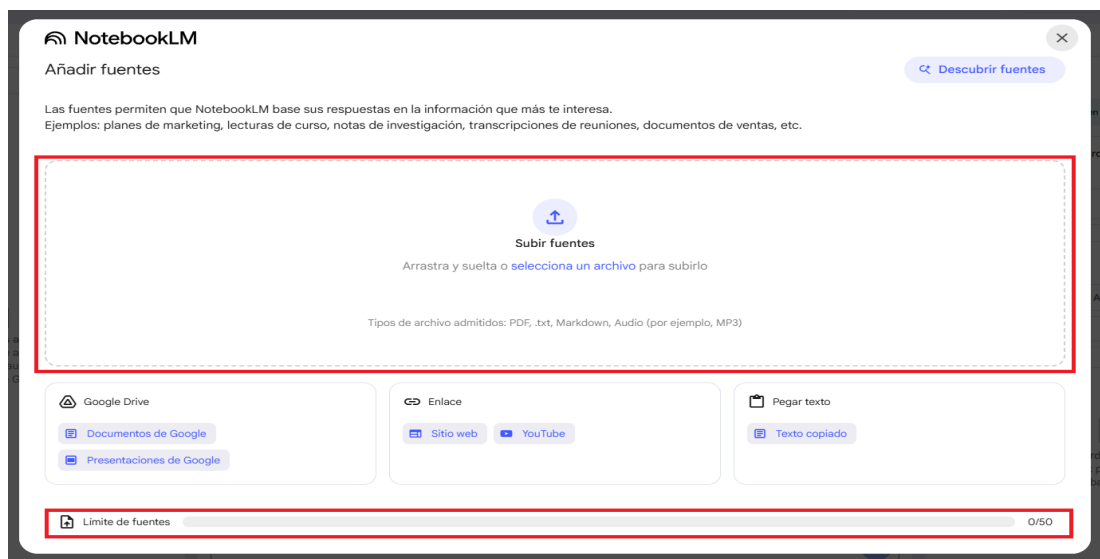


Figura 4: NotebookLM Texto alternativo

- **Contenido adaptable:** El diseño se adapta tanto en navegador cómo en dispositivo móvil.

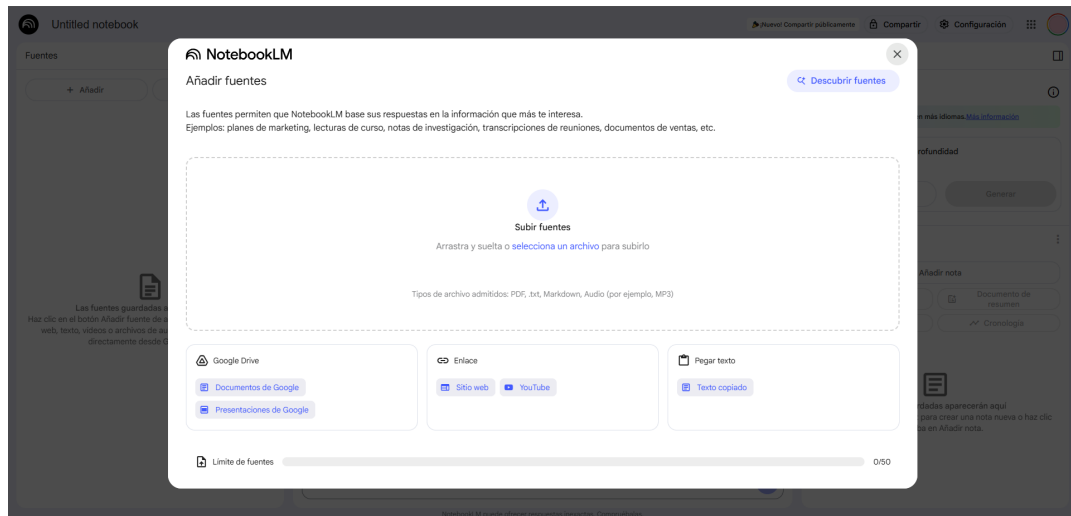


Figura 5: NotebookLM Contenido ordenador

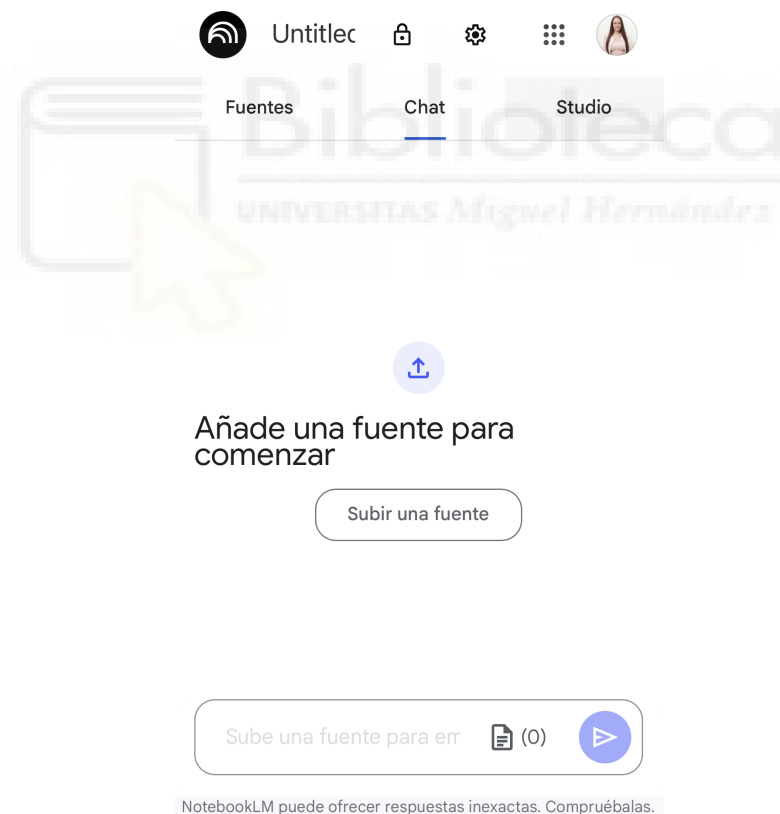


Figura 6: NotebookLM Contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** Google no ha publicado una declaración oficial sobre el nivel de conformidad de NotebookLM con las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) 2.2. Pero análisis de

usuarios hacen pensar que aunque está herramienta tiene principios de accesibilidad aún tiene áreas que requieren mejoras para alcanzar el nivel AA así que se podría decir que está cerca del nivel AA.

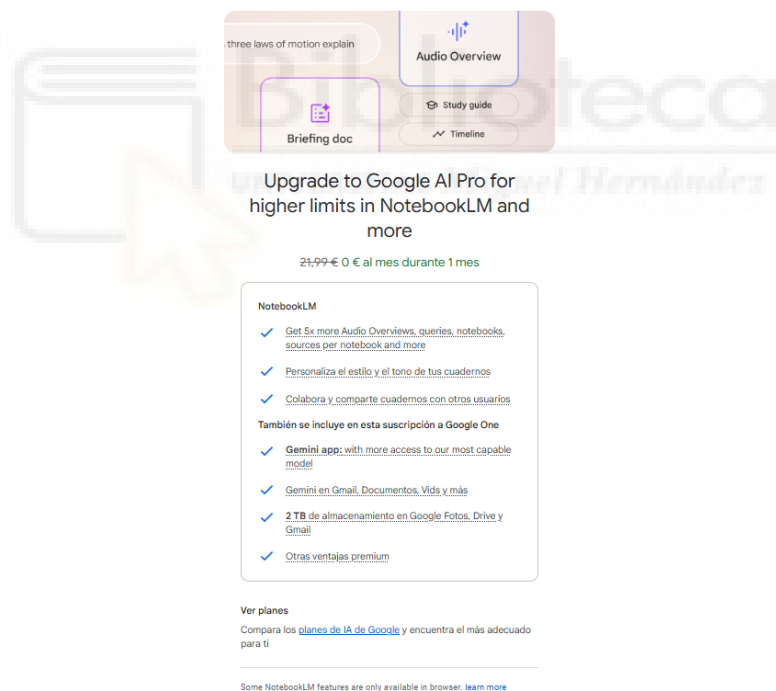
Acceso gratuito y versiones de pago

La herramienta NotebookLM tiene dos opciones de uso.

NotebookLM gratuito ofrece 100 notebooks, 50 fuentes cada uno, 50 consultas de chat y 3 generaciones de audio diarias.

NotebookLM Pro ofrece 500 notebooks, 300 fuentes cada uno, 500 consultas de chat y 20 generaciones de audio diarias y análisis.

La calidad de la respuesta es la misma sólo que la versión gratuita tiene límites más bajos



three laws of motion explain

Audio Overview

Study guide

Briefing doc

Timeline

Upgrade to Google AI Pro for higher limits in NotebookLM and more

21.99 € 0 € al mes durante 1 mes

NotebookLM

- ✓ Get 5x more Audio Overviews, queries, notebooks, sources per notebook and more
- ✓ Personaliza el estilo y el tono de tus cuadernos
- ✓ Colabora y comparte cuadernos con otros usuarios

También se incluye en esta suscripción a Google One

- ✓ Gemini app, with more access to our most capable model
- ✓ Gemini en Gmail, Documentos, Vids y más
- ✓ 2 TB de almacenamiento en Google Fotos, Drive y Gmail
- ✓ Otras ventajas premium

Ver planes

Compara los [planes de IA de Google](#) y encuentra el más adecuado para ti

Some NotebookLM features are only available in browser: [learn more](#)

Figura 7: NotebookLM Precios

Resumen

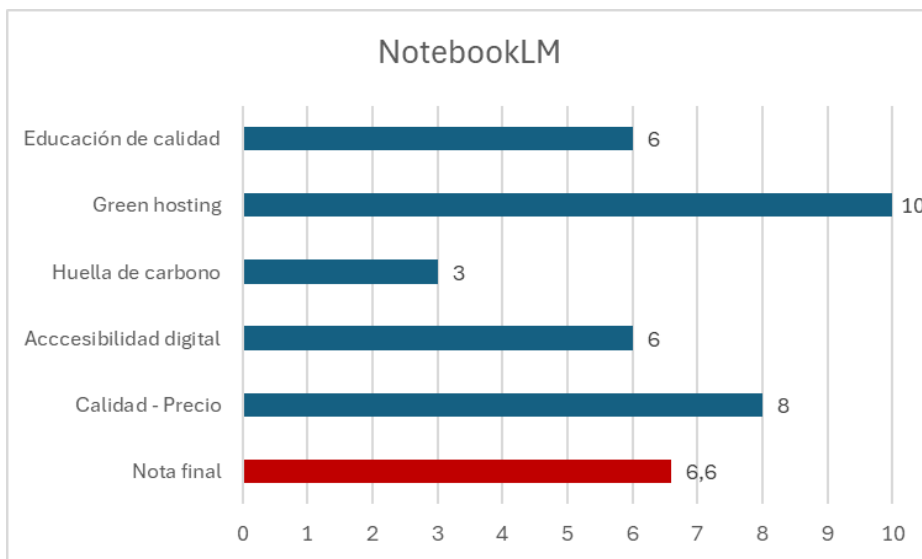


Figura 8: Puntuación NotebookLM

NotebookLM se presenta como una herramienta de inteligencia artificial para ayudar a resumir, organizar y entender documentos o notas personales. Funciona como un asistente que responde preguntas basándose en tus propios archivos. Cumple con varios ODS y aunque tiene ventajas y desventajas sobre la educación se puede decir que es una herramienta favorable para uso docente.

Tiene uno de los mejores green hosting que hay actualmente, pero a pesar de eso genera una huella de carbono bastante grande. Posee una accesibilidad aceptable. Por último, tiene una funcionalidad gratuita que permite hacer muchas cosas sin necesidad de pagar nada.

4.2 Gemini

Logotipo:



Figura 9: Gemini Logo

Página web: <https://gemini.google.com/>

Breve descripción de la herramienta:

Es una inteligencia artificial que funciona mediante un chatbot que mantiene conversaciones con el usuario. Es una inteligencia multimodal, lo cual significa que puede procesar datos de diferentes tipos como textos, imágenes, audios y videos como inputs dados por el usuario. Su propósito no es tan académico sino más bien general. Sirve para comprender y generar texto de diferentes temáticas, ser un asistente versátil que responde preguntas, y responder cuestiones de conocimiento general.

Educación de calidad

Gemini respecto a la meta de garantizar que todos los niños/as completen una enseñanza primaria y secundaria puede actuar como facilitador sirviendo como tutoría personalizada inteligente. Puede servir como asistente de aprendizaje interactivo explicando conceptos, respondiendo preguntas en lenguaje natural y adaptándose al nivel del estudiante.

También se alinea con el uso de sistemas de tutoría inteligentes que reducen costos y amplían el acceso educativo.

Como deshabilitadores Gemini al igual que la herramienta anterior puede traer un conflicto cultural o contextual al ofrecer respuestas o ejemplos que no se ajustan al contexto local (valores, historia, normas culturales).

A su vez también puede traer dependencia tecnológica y formación docente insuficiente si se introduce sin formación adecuada para los docentes, puede crear dependencia o mal uso, disminuyendo la calidad del aprendizaje.

Respecto a la meta que tiene como objetivo eliminar las disparidades de género en la educación y garantizar la igualdad de acceso a todos los niveles de la educación y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad Gemini como herramienta de inteligencia que usa enseñanza multimodal puede explicar lecciones usando imágenes, texto y audio, lo cual es valioso para estudiantes con distintos estilos de aprendizaje o con dificultades (por ejemplo, con baja alfabetización o discapacidades visuales o auditivas).

Como inhabilitadores podemos decir que en esta meta se tiene como objetivo eliminar disparidades entre género y garantiza la igualdad de acceso a todos los niveles de la educación a personas vulnerables, este colectivo de personas vulnerables en países subdesarrollados es el que más problemas tiene de brecha de género para garantizar un acceso equitativo a la tecnología entre géneros.

Sobre la meta que habla de garantizar la igualdad de acceso para todos los hombres y mujeres a una educación técnica, profesional y superior asequible y de calidad, incluida la universitaria Gemini actúa como habilitador permitiendo el acceso universal al conocimiento haciendo que estudiantes de cualquier lugar accedan a explicaciones, tutorías y contenidos especializados, sin depender de un profesor presencial o de instituciones caras. Esto es clave para democratizar el acceso a la educación técnica y universitaria, especialmente en zonas remotas o de bajos recursos.

Respecto a esta meta como deshabilitadores nos encontramos con que el uso de Gemini depende del acceso a internet y dispositivos tecnológicos, lo que puede excluir a personas sin conectividad o recursos económicos bajos.

Y por otra parte para que sea realmente útil, el contenido generado debe alinearse con los programas oficiales de la zona dónde el estudiante esté usándolo para tener una buena adaptación curricular.

Alojamiento ecológico

Igual que NotebookLM se considera una herramienta de green hosting gracias a que está alojada en los centros de datos de Google. Se aplica lo mismo para Gemini. Ambas herramientas utilizan la misma infraestructura, lo que significa que comparten los beneficios ambientales del hosting verde de Google. Aunque Gemini tiene una infraestructura que incorpora prácticas sostenibles y se alinea con los principios de green hosting igual que NotebookLM el rápido crecimiento de la inteligencia artificial plantea desafíos grandes en la sostenibilidad, pero igualmente en el presente Google Cloud su servidor de alojamiento cumple con los estándares del GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol).

Huella de carbono

Gemini emite 1.21g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 79% más “sucio” que el resto de las páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Alta.

Gemini usa green hosting, el CO₂e se puede deber a que usa contenido de servicios en la nube e IA requiriendo de procesos computacionales intensivos que necesitan servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** No se ha encontrado contraste de color demasiado diferentes cómo para dificultar las lecturas de textos.
- **Texto alternativo en elementos importantes:** Según el informe generado por Lighthouse los elementos importantes cómo el menú, los botones, los links y las imágenes importantes tienen un nombre descriptivo de que hace cada objeto (y no un nombre genérico) que permiten anunciar detalladamente lo que el usuario está seleccionando.

- **Contenido adaptable:** El diseño se adapta a distintos tamaños de pantalla sin perder funcionalidad.

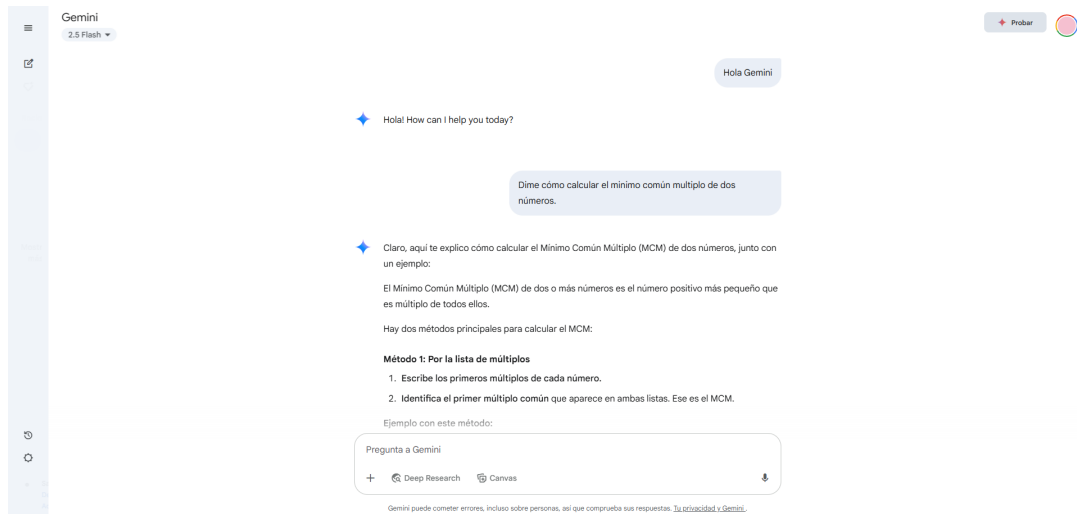


Figura 10: Gemini Contenido ordenador

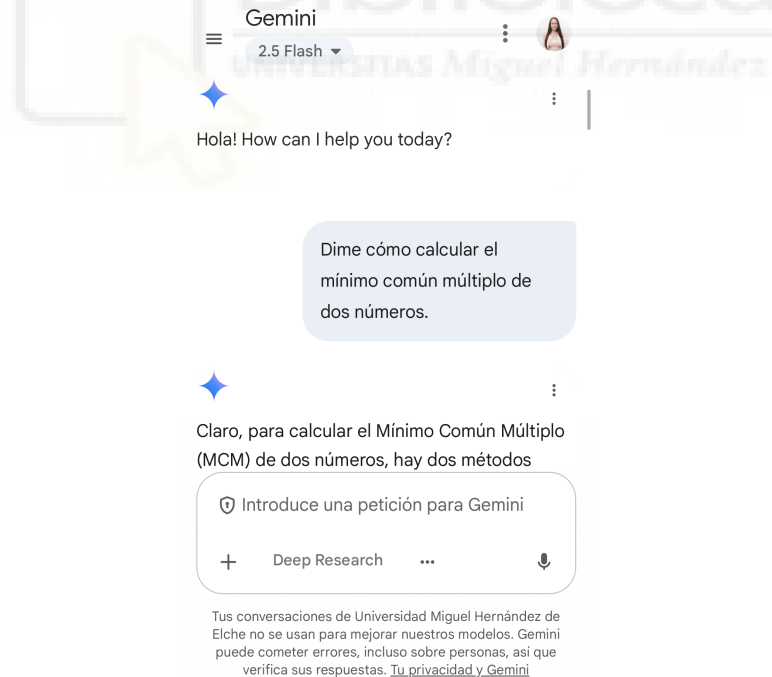


Figura 11: Gemini Contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** Google no ha publicado una declaración oficial sobre el nivel de conformidad de la herramienta Gemini. Aunque Google

ha demostrado un compromiso grande con la accesibilidad en sus productos. Google ha demostrado un compromiso con la accesibilidad cumpliendo con los niveles A y AA de las WCAG 2.2 en varios de sus productos. Se puede asumir que esta herramienta también cumple con el estándar A y AA.

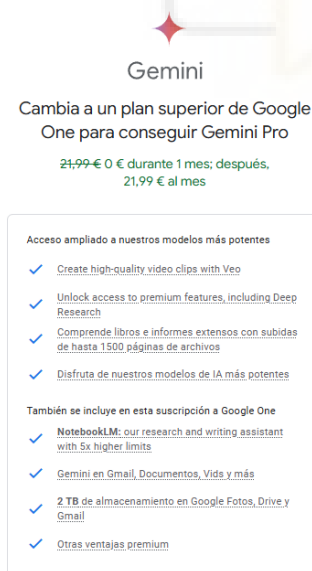
Acceso gratuito y versiones de pago

La herramienta Gemini tiene dos opciones de uso.

Gemini gratuito utiliza el modelo Gemini 2.5 Flash (generalmente el modelo predeterminado) y ofrece acceso limitado a Gemini 2.5 Pro (preview). Esta versión permite chats en tiempo real y asistentes de IA, resúmenes, traducciones, preguntas y respuestas rápidas, generación de texto y código ligero y acceso a “gems” (versiones personalizadas de Gemini).

Ideal para usuarios ocasionales o estudiantes.

Gemini Pro actualmente gratuito el primer mes y luego con un precio de 21,99€ cada mes. Permite usar características que no están en la versión normal como el deep research, deja subir libros y documentos de hasta 1500 páginas, permite subir 5 veces más contenido a la herramienta NotebookLM.



Gemini

Cambia a un plan superior de Google One para conseguir Gemini Pro

21,99 € 0 € durante 1 mes; después, 21,99 € al mes

Acceso ampliado a nuestros modelos más potentes

- ✓ [Create high-quality video clips with Veo](#)
- ✓ [Unlock access to premium features, including Deep Research](#)
- ✓ [Comprende libros e informes extensos con subidas de hasta 1500 páginas de archivos](#)
- ✓ [Disfruta de nuestros modelos de IA más potentes](#)

También se incluye en esta suscripción a Google One

- ✓ [NotebookLM: our research and writing assistant with 5x higher limits](#)
- ✓ [Gemini en Gmail, Documentos, Vids y más](#)
- ✓ [2 TB de almacenamiento en Google Fotos, Drive y Gmail](#)
- ✓ [Otras ventajas premium](#)

Figura 12: Gemini Precios

Resumen

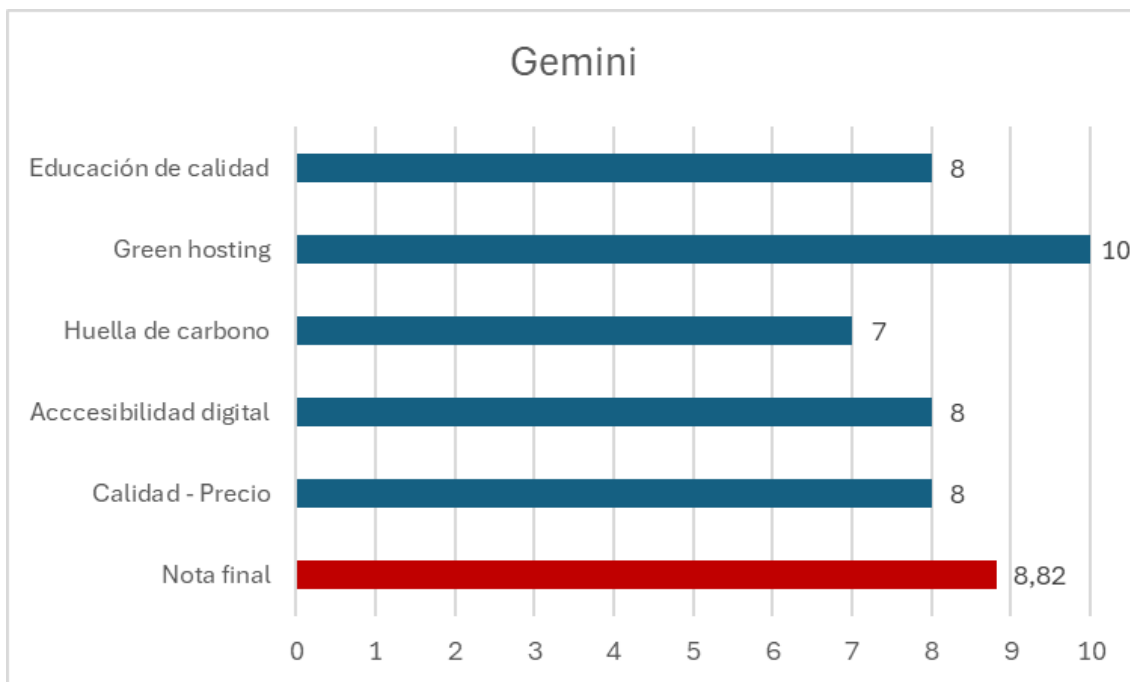


Figura 13: Puntuación Gemini

En Gemini podemos encontrar ventajas y desventajas educativas respecto al cumplimiento de metas de los ODS cómo en todas las herramientas, está herramienta en particular está equilibrada respecto a sus ventajas y desventajas. Gemini al igual que otras herramientas de Google cuenta con los mejores green hosting del mundo. Gemini tiene una huella de carbono alta pero no excesivamente muy grande. Posee buenas políticas de accesibilidad y su calidad precio es muy buena permitiendo sacarle mucho partido a la herramienta de manera gratuita.

4.3 Teachy

Logo:



Figura 14: Teachy Logo

Página web: <https://www.teachy.app/>

Breve descripción de la herramienta:

Teachy es una herramienta de inteligencia artificial diseñada para profesores para apoyar en la creación y gestión de contenidos educativos. Permite crear planes de clase, evaluaciones y actividades de forma más eficiente y personalizada. Optimizar el proceso de planificación y preparación de clases, además de facilitar la evaluación y el seguimiento del progreso de los estudiantes.

Educación de calidad

Teachy puede resultar muy útil para alcanzar la meta que intenta garantizar que todos los niños/as tengan acceso a servicios de desarrollo, atención y educación preescolar de calidad en la primera infancia, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria ya que es una herramienta muy sencilla tanto para maestros como para niños más pequeños.

Según Daniels, J. et al [5] una herramienta IA como Teachy puede ayudar como facilitador para que, a educadores de preescolar a diseñar clases estructuradas, actividades lúdicas y adaptadas al desarrollo cognitivo, físico y emocional de los niños pequeños. Esto es clave para garantizar que los niños lleguen preparados a la educación primaria. Esta herramienta también funciona como facilitadora para el cumplimiento de otras metas que tienen como objetivo preparar a los alumnos en niveles más altos como secundaria, universidad y

competencias técnicas, pero es quizás la herramienta más útil de todas para educación de niveles más bajos.

Esta herramienta también puede resultar cómo facilitadora para la meta que quiere Eliminar las disparidades de género en la educación y garantizar la igualdad de acceso a todos los niveles de la educación y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad ya que Teachy hace uso de la IA en interacciones tempranas, que podría ser usado en niños con autismo. Según Kim, Y. & Baylo [23] la inteligencia artificial puede ayudar en el desarrollo de agentes pedagógicos que se adapten a las necesidades del alumnado, especialmente considerando la diversidad. Aunque Teachy no está específicamente diseñada para terapias, sí podría ser útil para apoyar la creación de contenidos adaptativos que fomenten habilidades sociales y emocionales.

Alojamiento ecológico

La herramienta Teachy está alojada en una infraestructura que puede considerarse green hosting. Según el informe de Cloudflare, Inc. [5] Teachy usa los servicios de hosting de Cloudflare una empresa comprometida con la sostenibilidad ambiental.

Según este informe el servidor Cloudflare ha conseguido reducir significativamente sus emisiones totales en comparación con años anteriores principalmente mediante la compra de energía renovable y mejoras en la eficiencia energética.

Respecto al consumo de electricidad es la mayor parte de las emisiones, pero la compañía de Cloudflare ha conseguido cubrir esta demanda con fuentes de energía renovable.

El servidor Cloudflare no es tan puntero tecnológicamente cómo los servidores de Google de las herramientas anteriores y tampoco tiene los mismos recursos

por tanto no está a la misma altura, pero cumple con los estándares del GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol).

Por último, Cloudflare mantiene su compromiso para eliminar sus emisiones para 2025 y continúa implementando nuevas estrategias para disminuir su huella de carbono, además de su transparencia en los informes. Esto hace que Cloudflare sea un green hosting comprometido con la sostenibilidad.

Huella de carbono

Teachy emite 1.06g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 77% más sucio que el resto de las páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Alta.

Teachy usa green hosting, aunque no de tanta calidad como el green hosting de otras herramientas, este puede ser uno de los motivos porque su huella de carbono sea alta. Además de este CO₂e se puede deber a que la web utiliza algunas funcionalidades multimedia estas pueden aumentar ligeramente las solicitudes al servidor y el consumo de energía.

Por último, al ser una herramienta de inteligencia artificial procesos computacionales intensivos que requieren de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** Se ha encontrado que hay suficiente contraste entre los colores de la web para que se pueda leer con claridad los textos.
- **Texto alternativo en elementos importantes** Según el informe generado por Lighthouse el cuadro de diálogo de presentación, la barra de búsqueda no tiene nombres descriptivos para las personas que usan

un lector de pantalla. También el texto descriptivo se salta niveles lo que dificulta la lectura con tecnologías de asistencia.

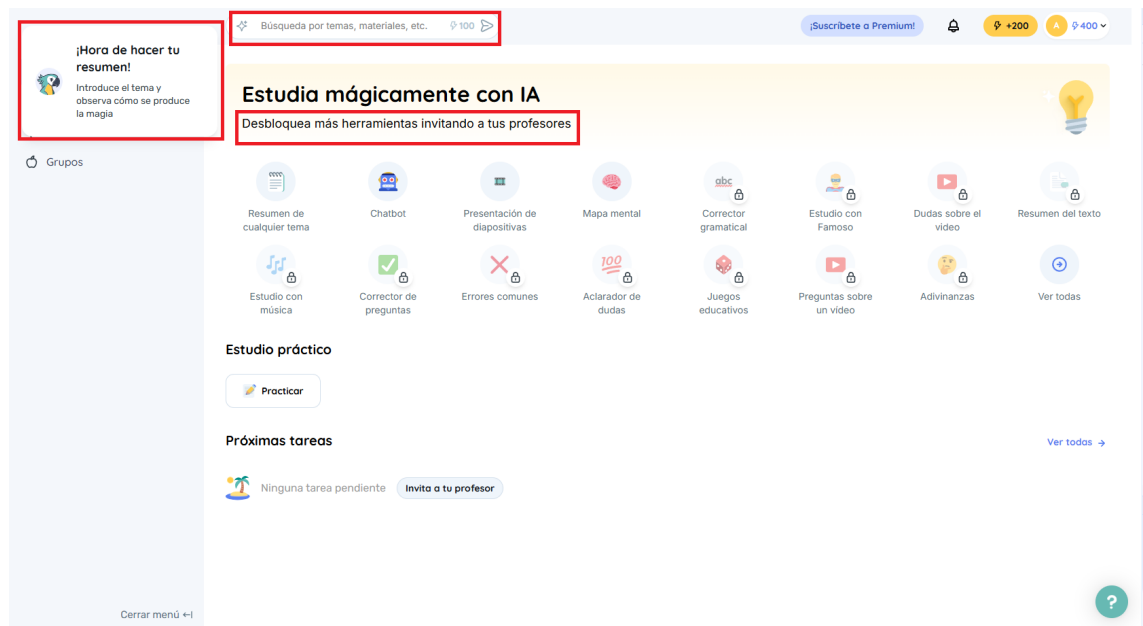


Figura 15: Teachy Texto alternativo 1

En esta figura también ocurre lo mismo la ventana emergente para cargar los archivos no tiene un nombre accesible en su descripción del elemento y las personas que usan un lector de pantalla no pueden saber si están cargando un documento o no.

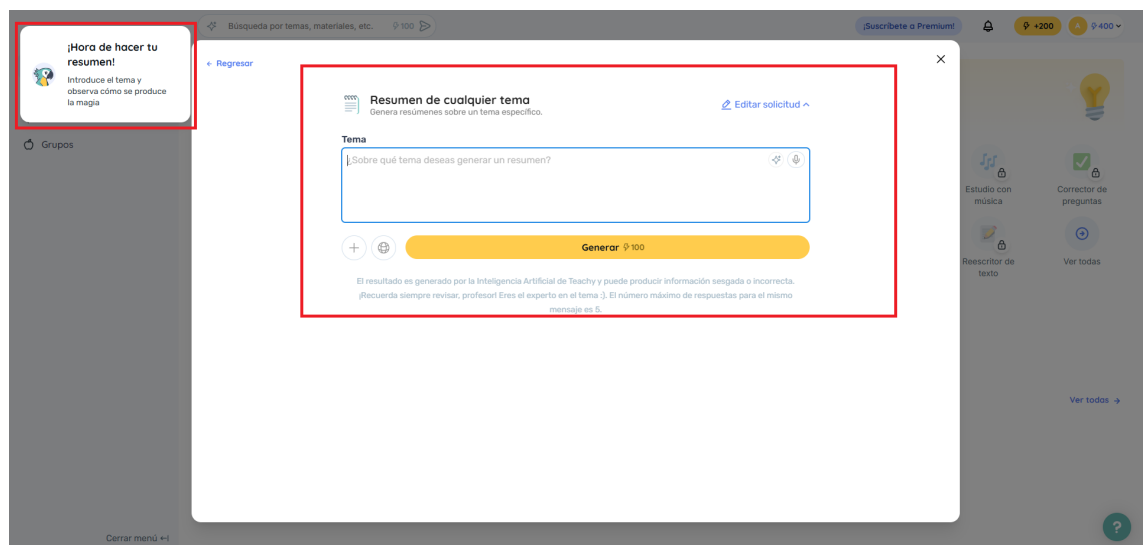


Figura 16: Teachy Texto alternativo 2

El resto de botones parece estar bien teniendo su nombre descriptivo.

- **Contenido adaptable:** El diseño se adapta a distintos tamaños de pantalla sin perder funcionalidad.

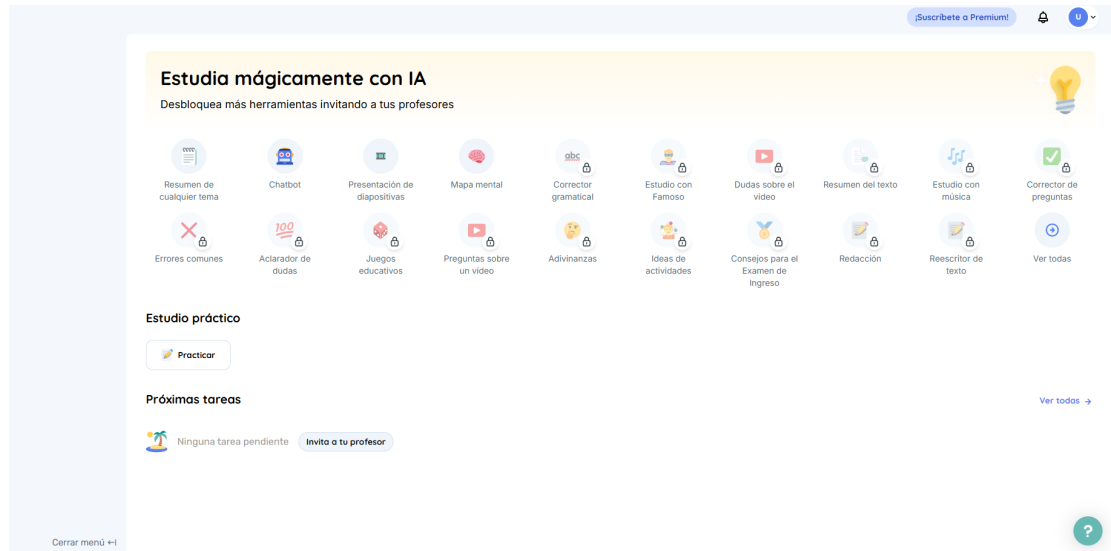


Figura 17: Teachy Contenido ordenador



Figura 18: Teachy Contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** Teachy no ha publicado una declaración oficial sobre su nivel de conformidad con el cumplimiento de criterios WCAG 2.2. En su sitio web no hay menciones hacia la accesibilidad ni hacia el cumplimiento de estándares WCAG. Teachy tampoco indica su compromiso sobre las medidas adoptadas para garantizar la accesibilidad de su plataforma.

Acceso gratuito y versiones de pago

Esta herramienta tiene diversas formas de uso.

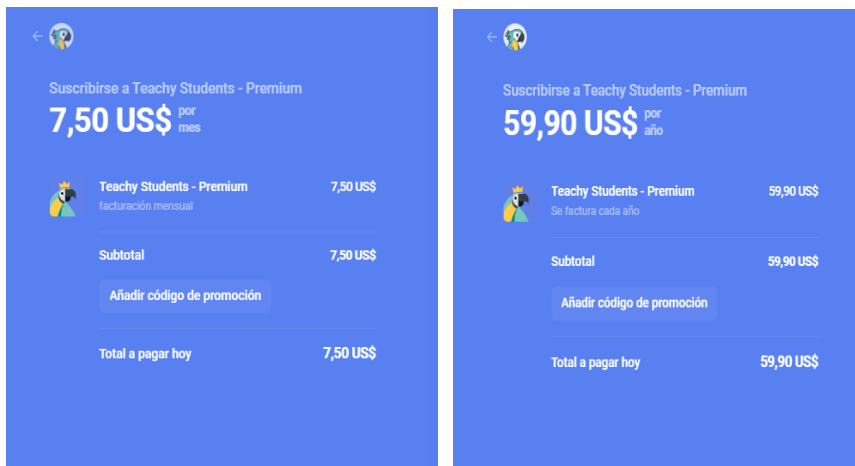
Primero la versión Teachy gratuita en la que funciona por créditos. Cada vez que se hace una tarea (usar IA, Chat de IA, clases, planificación corrección de exámenes y demás) se gastan 100 créditos.

Estos créditos se pueden obtener de forma gratis si te conectas a la herramienta una vez cada día te dan gratis 200 créditos. También te regalan 600 créditos al invitar a un amigo a la herramienta. Pero también puedes comprar 1000 por 1,99€.



Figura 19: Teachy Precios 1

Luego está la versión Premium que pagando una cantidad mensual o anual puedes usar todas las funciones de la herramienta sin ninguna restricción. Todas las funcionalidades que tiene la versión Premium la tienen también la versión gratuita. Los precios son 6,61€ mensuales o 52,77€ anuales.



Figuras 20 y 21: Teachy Precios 2 y 3

Resumen

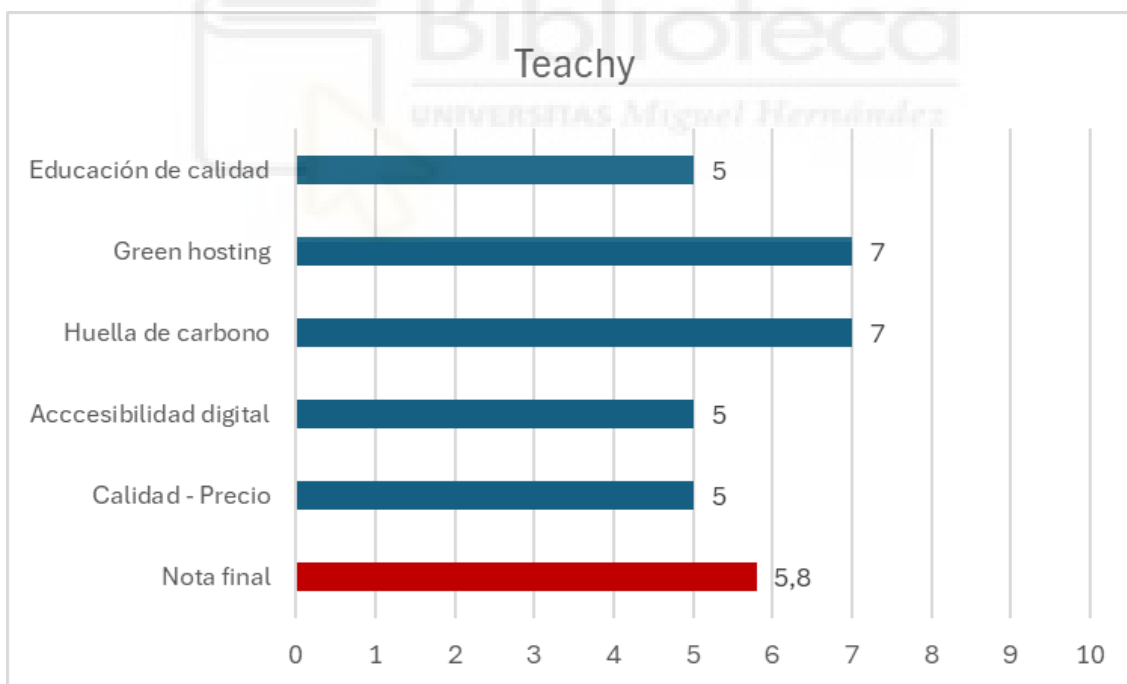


Figura 22: Puntuación Teachy

Teachy aunque puede ayudar con la educación posee varias desventajas a la hora de cumplir con las metas de los ODS. Su green hosting es bueno, pero no es excelente.

Teachy tiene una huella de carbono alta pero no excesivamente grande. Tiene una buena accesibilidad. En cuanto a lo referente de su calidad precio Teachy es una herramienta bastante restrictiva permite hacer muy pocas cosas de manera gratuita lo cual es un obstáculo.

4.4 Mathway

Logotipo:



Figura 23: Mathway Logo

Página web: <https://www.mathway.com/es>

Breve descripción de la herramienta:

Mathway es una herramienta de inteligencia artificial diseñada para ayudar a resolver problemas matemáticos de forma instantánea y paso a paso. Puede ser utilizada por estudiantes y profesionales para obtener ayuda con ejercicios de matemáticas, desde álgebra básica hasta cálculo, estadística y más.

Educación de calidad

Mathway concuerda muy bien con la meta que desea conseguir que todos los jóvenes y una proporción sustancial de los adultos, tanto hombres como mujeres, tengan conocimientos de alfabetización y aritmética ya que esta IA ayuda al alumnado a resolver problemas aritméticos.

Esta IA puede ser facilitadora ya que ayuda a la alfabetización matemática básica facilitando el acceso al aprendizaje de la aritmética y otras áreas de las matemáticas, incluso para personas con conocimientos limitados en matemáticas.

También tal y cómo hemos hablado en las IA anteriores Mathway es accesible desde cualquier lugar con conexión a internet, lo que la convierte en una herramienta útil para apoyar la educación a distancia. Lo cual es muy útil en regiones donde los docentes escasean tal y cómo se comenta en el estudio de Lim, C. P. et al [24].

Por último, sobre los aspectos facilitadores, aunque Mathway por sí sola no analiza datos educativos de muchos estudiantes, si los datos obtenidos por esta herramienta se combinarán con datos de otras herramientas educativas sobre cálculos aritméticos podría facilitar el seguimiento del progreso del alumnado e identificar de dificultades comunes a las que se enfrentan alumnos en las matemáticas tal y cómo se comenta en el estudio de Jo, I. et al [21].

Respecto a los aspectos inhibidores de esta IA tal y como se dice en el estudio de Gašević, D [9] podemos decir que, si bien Mathway democratiza el acceso al conocimiento, un buen uso depende del nivel de alfabetización digital y matemática del usuario. En contextos donde hay una falta de profesionales la utilidad de Mathway podría no ser la correcta sin una guía adecuada.

Alojamiento ecológico

La herramienta Mathway al igual que la herramienta Grammarly está alojada en Amazon Web Services. Por tanto, según el informe de Amazon [1] comparte las cualidades que las herramientas Grammarly ya que están alojados en el mismo servidor y lo hacen una de las mejores opciones de green hosting que hay en el mercado a la par que la opción de Google Cloud.

La única diferencia es que también usa Kestrel como servidor web y Amazon CloudFront para el servicio de proxy inverso.

Kestrel no es un proveedor green hosting en sí mismo es un componente técnico que se usa para ejecutar aplicaciones web en diferentes entornos incluyendo aquellos que sí son ecológicos como los de Amazon Web Services.

Huella de carbono

Mathway emite 1.88g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 88% más sucio que el resto de las páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Alta.

Aunque Mathway usa green hosting muy bueno, este CO₂e se puede deber a que la web usa contenido dinámico e interactivo como calculadora matemática en línea esta herramienta necesita procesamiento en tiempo real, posibles llamadas a servidores para resolver problemas y mostrar resultados lo que implica más solicitudes y consumo energético. Aparte como todas las demás herramientas usan IA lo que significa que usa procesos computacionales intensivos que requieren de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** Según el informe generado por Lighthouse está web tiene muchos problemas con el contraste de color en zonas que son importantes. Tanto lo que escribe el usuario como lo que responde la inteligencia artificial están en un contraste de color que no es el óptimo para personas con problemas de vista. El fondo es muy claro y las letras también y cuesta de poder leerse.

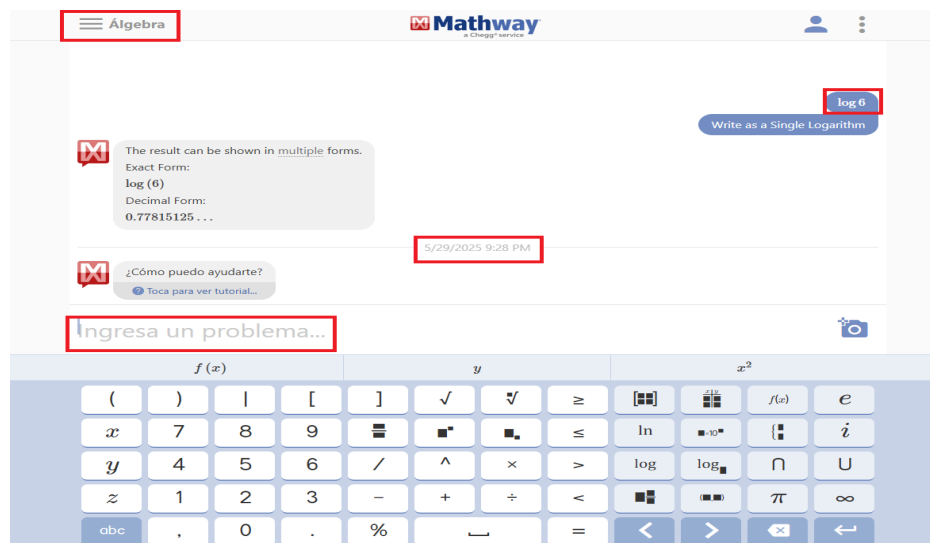


Figura 24: Mathway Contraste color

- **Texto alternativo en elementos importantes:** En esta web los botones, los menos y los links si tienen nombres descriptivos.
- **Contenido adaptable:** Esta herramienta de inteligencia artificial se puede usar sin inconvenientes tanto en la versión de escritorio cómo en la versión móvil



Figura 25: Mathway Contenido ordenador



Figura 26: Mathway Contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** La herramienta Mathway describe las funcionalidades y beneficios de la plataforma para resolver problemas matemáticos, pero no habla de la accesibilidad para usuarios con discapacidades ni tampoco se tiene ninguna declaración de accesibilidad que indique el compromiso de Mathway con la accesibilidad digital.

Acceso gratuito y versiones de pago

Esta herramienta tiene dos versiones:

Mathway gratuito dónde la IA te resuelve los problemas matemáticos, pero no detalladamente y hay anuncios en la página web.

Mathway Plus ofrece la resolución de los problemas matemáticos paso a paso y la web está libre de anuncios.

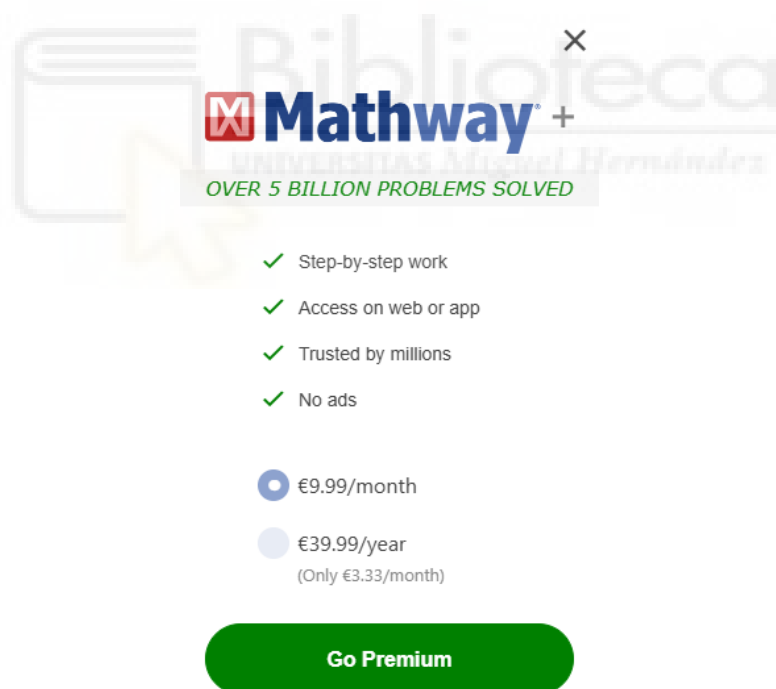


Figura 27: Mathway Precios

Resumen

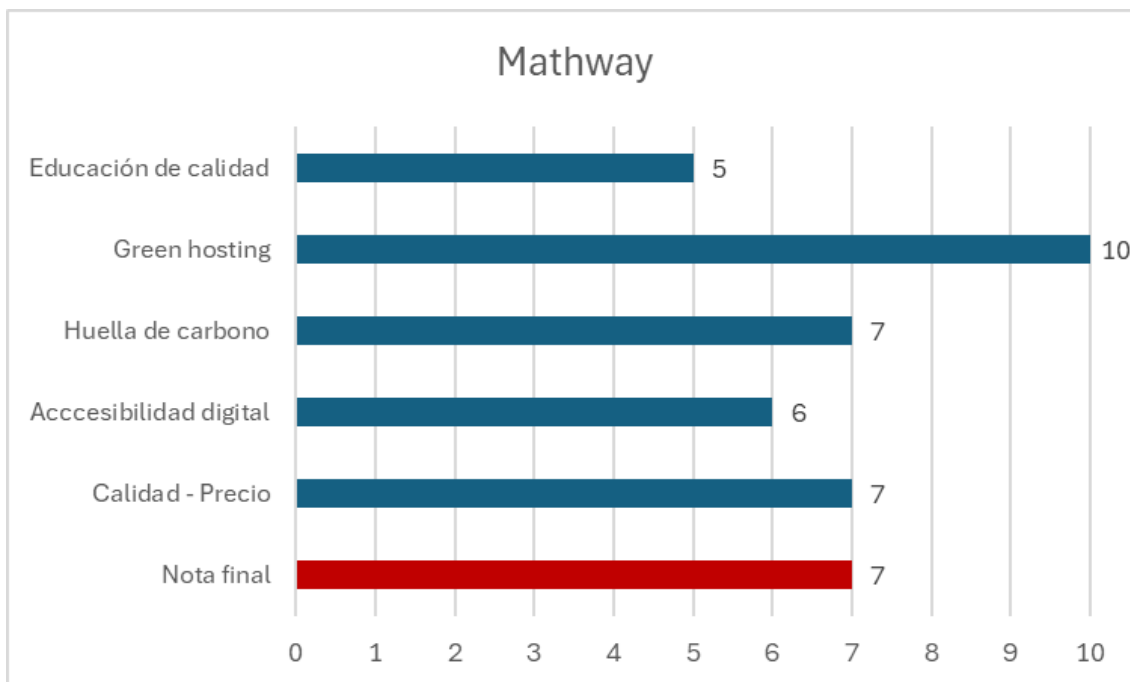


Figura 28: Puntuación Mathway

Mathway se presenta como una herramienta de inteligencia artificial que resuelve problemas matemáticos paso a paso ayudando a estudiantes a entender y verificar soluciones matemáticas. Cumple con varios ODS y tiene sus ventajas y desventajas, pero la manera en la que está herramienta puede ayudar con la educación es sólo en el ámbito matemático. Tiene uno de los mejores green hosting que hay actualmente y no genera una huella de carbono excesivamente grande. Tiene una accesibilidad normal. Y respecto a sus planes de pago tiene funcionalidad gratuita que permite hacer casi todo sin necesidad de pagar nada.

4.5 PopAi

Logotipo:



Figura 29: PopAi Logo

Página web: <https://www.popai.pro/es/>

Breve descripción de la herramienta:

PopAi es una herramienta de inteligencia artificial todo en uno diseñada para ayudar en tareas académicas, creativas y profesionales. Sirve para leer y resumir documentos, resolver ejercicios paso a paso, generar imágenes y presentaciones, y redactar textos de forma asistida. También permite interactuar con PDFs como si fueran asistentes virtuales.

Educación de calidad

Esta herramienta está pensada para ayuda en tareas académicas y profesionales por tanto puede ayudar a completar las metas: Aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos con competencias relevantes, incluidas las técnicas y profesionales, para el empleo, el trabajo decente y el emprendimiento y garantizar la igualdad de acceso para todos los hombres y mujeres a una educación técnica, profesional y superior asequible y de calidad, incluida la universitaria.

Respecto a la primera meta de aumentar el número de personas en competencias relevantes podemos encontrar cómo facilitadores que PopAi tal y cómo se menciona en el estudio de Woolf, B. P [45] las herramientas de inteligencia artificial dedicadas a la docencia gracias a que ayudan a los alumnos a distancia pueden reducir los costes de formación en un 70% ya que no hace falta pagar una institución para dar clases, tampoco el transporte, tampoco los libros demás materiales escolares, sólo hace falta un dispositivo que se pueda conectar a internet y conexión a internet, incluso si una persona

no dispone de esas herramientas puede ir a una biblioteca pública y usar las herramientas que tenga disponibles ahí.

Cómo deshabilitadores os encontramos que a pesar de las ventajas de poder estudiar a distancia para personas con pocos recursos dónde las culturas son muy diferentes a las nuestras por eso según los estudios de Puigjaner, R [32] y de Karanja, R. G. & Mwendia, S. N. [22] puede influir en los resultados académicos si no hay una política que lo regule.

En cuanto a la segunda meta de garantizar la igualdad de acceso para todos los hombres y mujeres a una educación técnica incluida la universitaria un posible deshabilitador según Ma, W. et al [25] es que según el contexto cultural dónde se esté usando esa IA el contenido que enseñe podría quedar desfasado si los instructores de esta IA no se adaptan al contexto y la cultura de la zona dónde se esté usando.

En cuanto a habilitadores tenemos que las herramientas de inteligencia artificial permiten que algunas personas estudien a distancia haciendo que todos tengamos equidad digital lo que significa que todos tengamos el mismo acceso a la información, la educación, las oportunidades de trabajo, los servicios de salud y las plataformas de participación cívica. Fomentando la inclusión y la justicia social y económica.

Alojamiento ecológico

PopAi al igual que las herramientas Teachy y Elicit está alojado en Cloudflare. Esta plataforma funciona utilizando únicamente energía renovable y tiene una certificación en sostenibilidad de Green Web Foundation.

De acuerdo con el informe Cloudflare, Inc [4] Cloudflare ha sido reconocida por su compromiso ambiental ya que opera con electricidad procedente sólo de fuentes renovables. Y también ha puesto esfuerzo en la reducción de sus emisiones.

Huella de carbono

PopAi emite 3.23g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 95% más sucio que el resto de páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono muy superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Muy alta.

PopAi usa un green hosting normal pero no de los mejores este puede ser uno de los primeros motivos de porque tiene un CO₂e tan alto por visita.

Otros motivos se pueden deber a su gran tamaño, Popai carga muchos recursos pesados como animaciones e imágenes lo que incrementa el volumen de datos transferidos. También el uso intensivo de elementos visuales y multimedia que se cargan automáticamente eleva mucho el consumo energético de cada visita.

Además del uso de IA que necesita de procesos computacionales intensivos que requieren de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** En la página principal hay dos textos en los que el contraste de color es insuficiente y dificulta la lectura.



Figura 30: PopAi Contraste color 1

Al igual que en otras páginas del menú de esta inteligencia artificial cómo por ejemplo a la hora de subir un PDF que es una de las funcionalidades importantes de esta herramienta.



Figura 31: PopAi Contraste color 2

- **Texto alternativo en elementos importantes:** Según el informe generado por Lighthouse en esta web hay algunos botones que no tienen un nombre descriptivo cómo el botón de cargar el documento y el botón de volver hacia atrás. Lo que dificulta la lectura para las personas que usan un lector de pantalla. El resto de botones parece que sí tienen su descripción correctamente puesta.

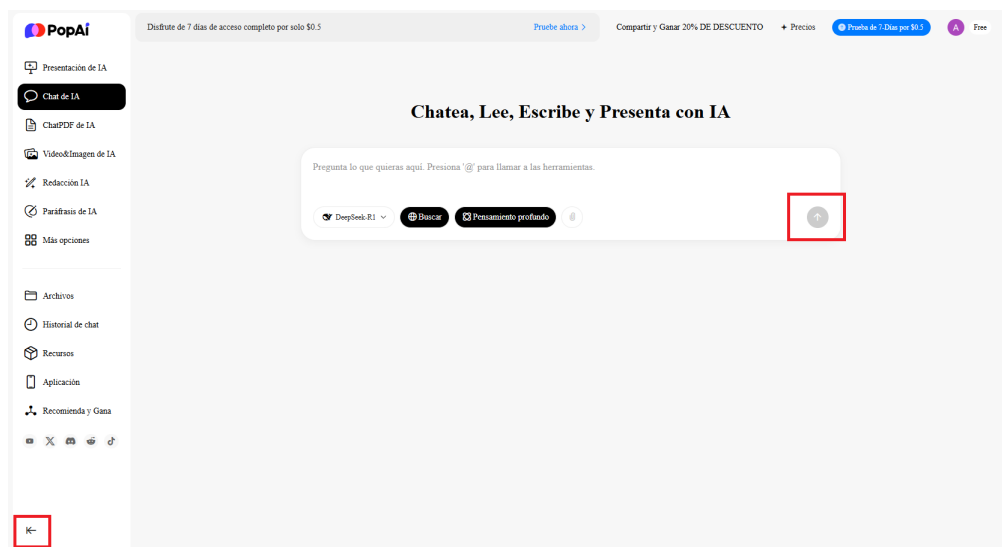


Figura 32: PopAi texto alternativo

- **Contenido adaptable:** Se puede observar que en la versión del navegador móvil la herramienta es un poco diferente, pero tanto cómo la versión del navegador como la versión móvil son funcionales las dos.

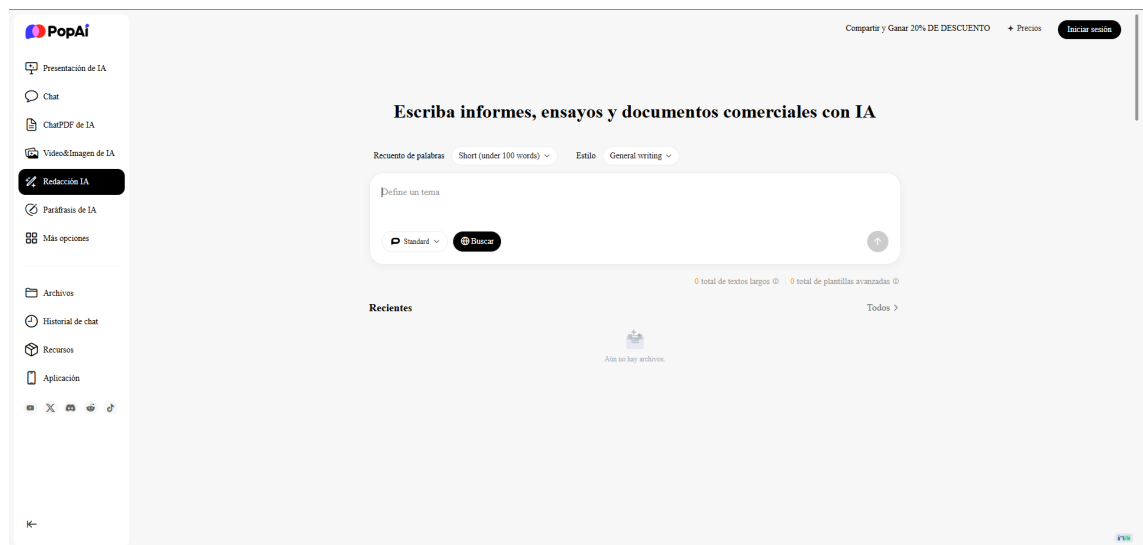


Figura 33: PopAi Contenido ordenador

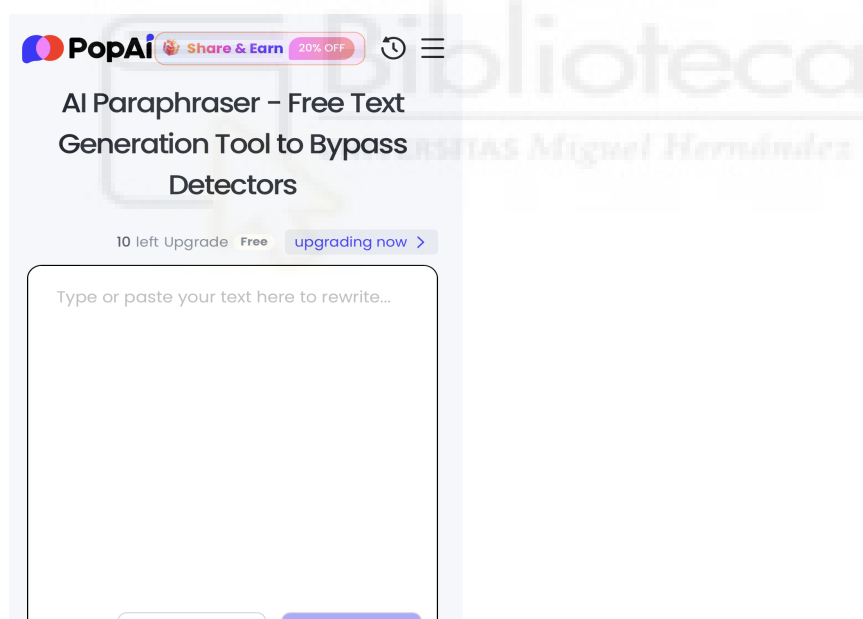


Figura 34: PopAi contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** PopAi no ha hecho declaraciones oficiales sobre su nivel de conformidad WCAG 2.2 en su sitio web, pero aunque en la descripción de sus servicios se menciona la "accesibilidad universal" no se especifica el cumplimiento de alguno de los estándares WCAG.

Acceso gratuito y versiones de pago

La herramienta PopAi tiene tres versiones:

PopAi gratuito dónde se puede subir un PDF a la semana de 20 páginas, la aplicación está en diferentes idiomas, hacer una presentación a la semana de 15 diapositivas, hacer 5 documentos de redacción a la semana, descargar 2 documentos a la semana y usar el detector de IA 10 veces a la semana.

PopAi Pro dónde se puede subir un PDF sin límites de 2000 páginas, la aplicación está en diferentes idiomas, hacer 15 presentaciones a la semana de 60 diapositivas, hacer 30 documentos de redacción al día, descargar 30 documentos al día, usar el detector de IA 30 veces al día, “humanizar” textos 30 veces al día, crear 1 imagen con IA al día, y opciones de crear un video al día con IA. Su precio es de 11.1€ mensuales, 9,2€ trimestrales y 93,03€ anuales.

PopAi Unlimited tiene todas las características de la versión gratuita y pro pero sin límites. Su precio es de 43,5€ mensuales, 36,3€ trimestrales y 30,8€ anuales.

The image shows a pricing comparison for PopAi. At the top, it says 'Mejorar Plan' (Upgrade Plan). Below this, there are three tabs: 'Mensual', 'Trimestral' (which is selected), and 'Anual'. There are two main subscription cards. The first card is for the 'Pro' plan, which is white with a light blue border. It shows a price of €9.2/mes, with a note '17% de descuento' and '€11.1' crossed out. Below the price, it says 'La auto-renovación se puede cancelar en cualquier momento'. At the bottom of the card is a 'Suscribirse' button. The second card is for the 'Unlimited' plan, which is blue with a white border. It shows a price of €36.3/mes, with a note '17% de descuento' and '€43.5' crossed out. Below the price, it says 'La auto-renovación se puede cancelar en cualquier momento'. At the bottom of the card is a 'Suscribirse' button. In the background, there is a faint watermark of a university logo and the text 'UNIVERSITAS Miguel Hernández'.

Plan	Mensual	Trimestral	Anual
Pro	11.1€	9.2€	93.03€
Unlimited	43.5€	36.3€	30.8€

Figura 35: PopAi Precios

Resumen

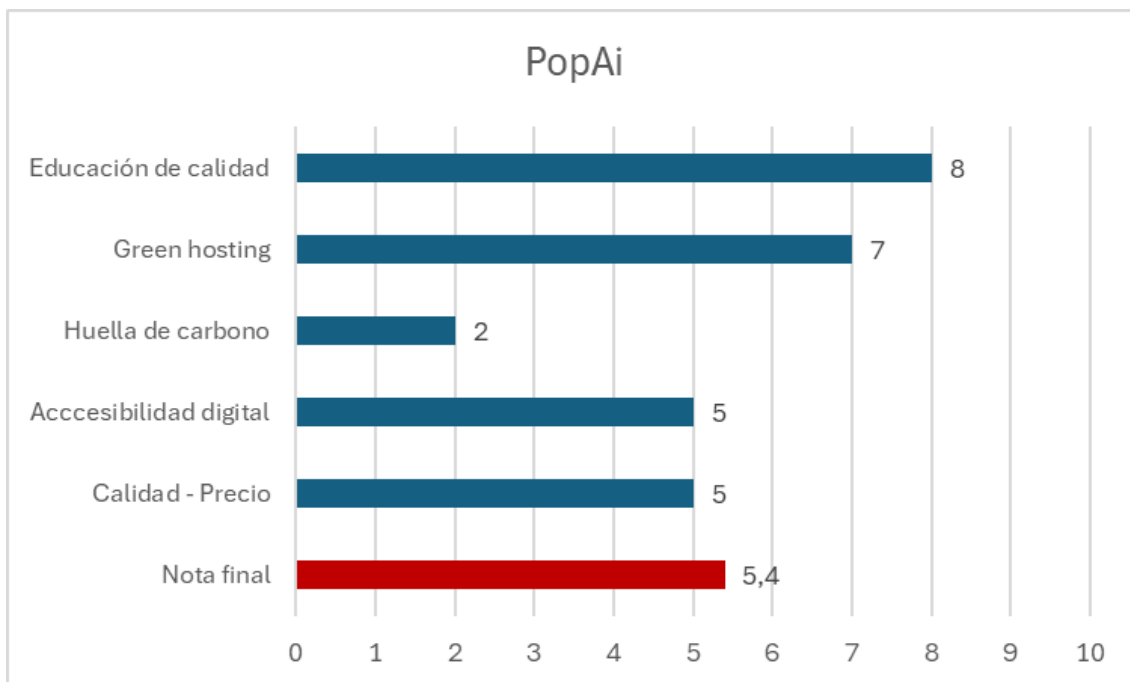


Figura 36: Puntuación PopAi

En PopAi podemos encontrar las mismas ventajas y desventajas educativas respecto al cumplimiento de metas de los ODS cómo en todas las herramientas. Su green hosting es bueno, pero no es excelente, pero tiene una de las peores huellas de carbono de todas las herramientas lo cual es un perjuicio grande. También tiene una accesibilidad regular lo cual es otra desventaja grande. Respecto a su calidad precio es regular también dejando hacer pocas tareas de forma gratuita.

4.6 Elicit

Logo:



Figura 37: Elicit Logo

Página web: <https://elicit.com/>

Breve descripción de la herramienta:

Elicit es una herramienta que usa inteligencia artificial automatizando y optimizando el proceso de revisión bibliográfica. Sirve para encontrar, extraer y sintetizar información de artículos académicos de forma eficiente.

El funcionamiento consiste en que el usuario busca en la herramienta un tema que le interesa o una palabra clave y Elicit le devuelve artículos científicos de esa temática. Otras funciones que posee en la versión gratuita son que los usuarios pueden introducir preguntas de investigación y adaptar sus búsquedas según criterios específicos. La información que devuelve Elicit es fiable y relevante para el usuario.

Educación de calidad

Esta herramienta creada para ayudar en tareas de investigación académica y revisión de literatura está orientada a cumplir con la meta que garantiza la igualdad de acceso para todos los hombres y mujeres a una educación técnica, profesional y superior asequible y de calidad, incluida la universitaria.

Cómo habilitadores nos encontramos con que Elicit puede contribuir a la equidad digital y a facilitar el acceso a los datos a todos con fines educativos según se interpreta en los estudios de Puigjaner, R [32] y Karanja, R. G. & Mwendia, S. N.[22].

Además, fomenta el pensamiento crítico al permitir que los estudiantes exploren por sí mismos la literatura científica y encuentren investigaciones contrastadas. Esto fomenta la educación basada en evidencia y autonomía intelectual de cada alumno.

Pero cómo efectos negativos (inhibidores) podemos encontrar tal y como dice el estudio anteriormente comentado de Gašević, D [9] que para la simbiosis del alumno y estas herramientas sea totalmente fructífero se necesita que una formación más intensiva por parte de los educadores y si esto no se cumple podría dar lugar a desigualdades.

Y aunque también puede ser útil cómo antes se ha comentado para que los alumnos tengan autonomía intelectual Elicit por sí sólo no reemplaza la formación pedagógica ni el acompañamiento de un profesor. Elicit aunque ayuda a encontrar información científica la herramienta no enseña al alumno/a a pensar críticamente por sí mismo/a ni puede adaptarse al contexto cultural del estudiante como lo haría un profesor humano cómo se comenta en el trabajo de Ma, W. et al [25].

Alojamiento ecológico

Elicit al igual que las herramientas Teachy y PopAi está hospedado en Cloudflare.

Esta plataforma opera con energía 100% renovable y cuenta con certificación de sostenibilidad.

Según su informe Cloudflare, Inc. [4] Cloudflare ha sido reconocida por su compromiso con la sostenibilidad porque trabaja con electricidad proveniente exclusivamente de fuentes renovables y gracias a eso, y su reducción de emisiones cuenta con la certificación de la Green Web Foundation.

Huella de carbono

Elicit emite 1.02g de CO₂ cada vez que alguien visita su página web. Eso es un 76% más sucio que el resto de páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono considerablemente superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Alta, pero muy cerca de considerarse Media.

Elicit usa un green hosting que puede considerar bueno, pero no excelente este puede ser uno de los motivos del CO₂e que emite aunque es muy poco. Otros motivos pueden ser el tamaño moderado de la página web ya que Elicit probablemente utiliza un diseño web ligero, aunque no tan minimalista como para emitir menos de 1g CO₂e por visita

Y cómo las demás herramientas el uso de inteligencia artificial que consume procesos computacionales intensivos que necesitan de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** Según el informe generado por Lighthouse esta web tiene serios problemas de contraste. El fondo es muy claro y el texto que está escrito por encima sigue siendo muy claro también para poder leerse con facilidad en objetos que son muy importantes para la usabilidad de esta herramienta.

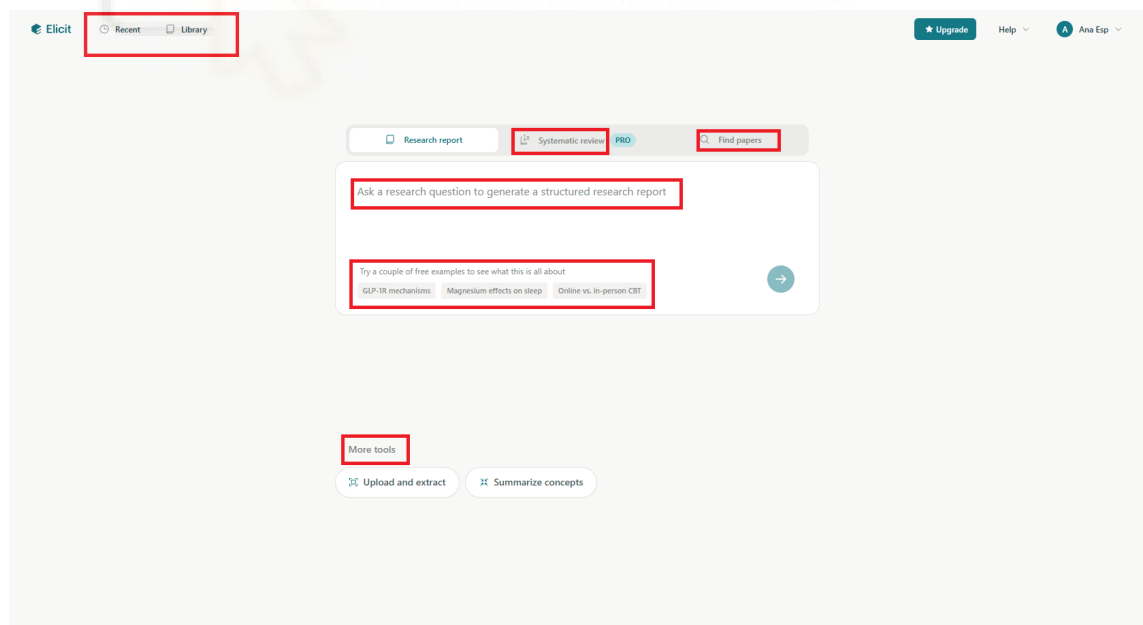


Figura 38: Elicit Contraste color

- **Texto alternativo en elementos importantes:** Faltan algunos botones descriptivos en algunos elementos cómo el botón del menú principal que a su vez es un link que redirige a la página principal. Pero el resto de botones parece tener su descripción muy puesta.

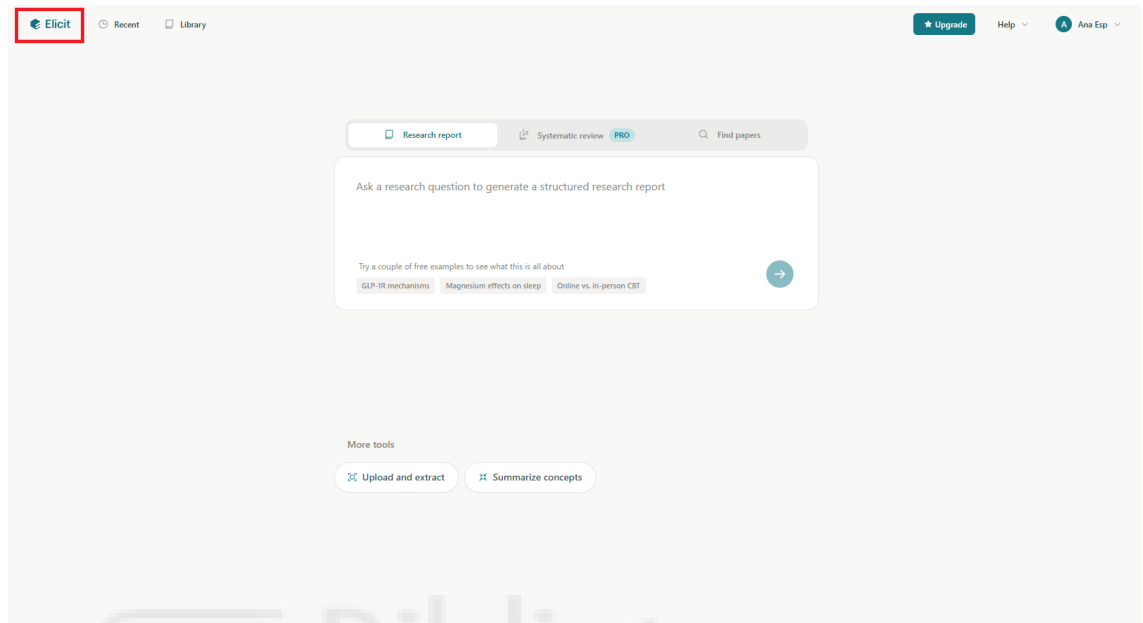


Figura 39: Elicit Texto alternativo

- **Contenido adaptable:** Elicit puede usarse tanto en versión de ordenador cómo en versión móvil.

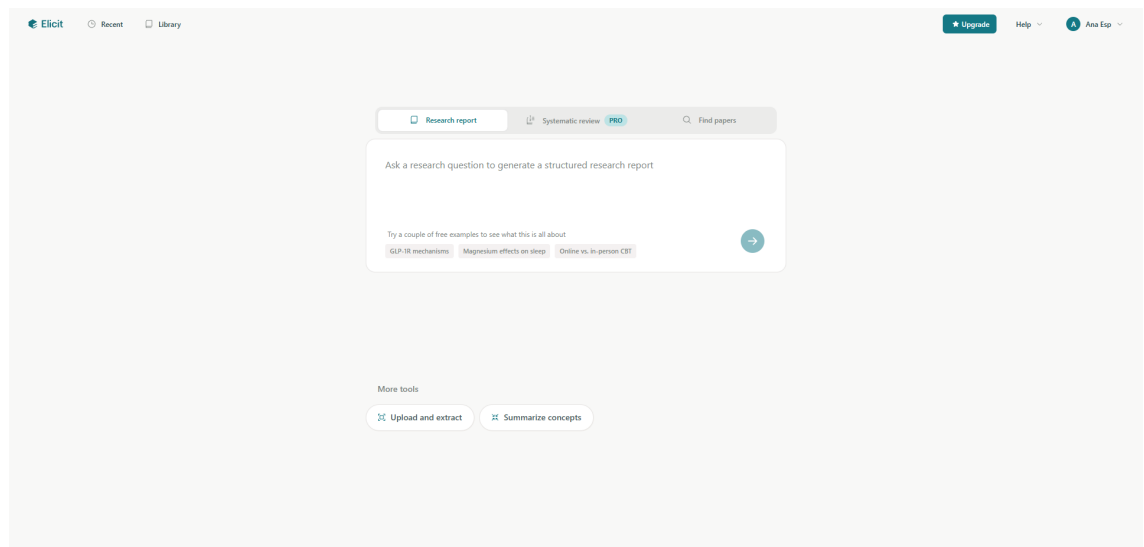


Figura 40: Elicit Contenido ordenador

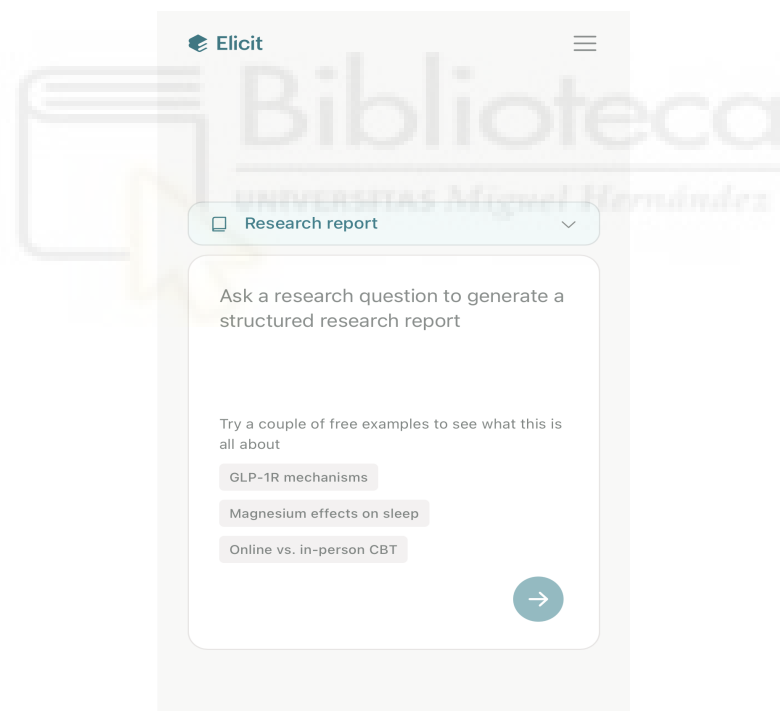


Figura 41: Elicit Contenido móvil

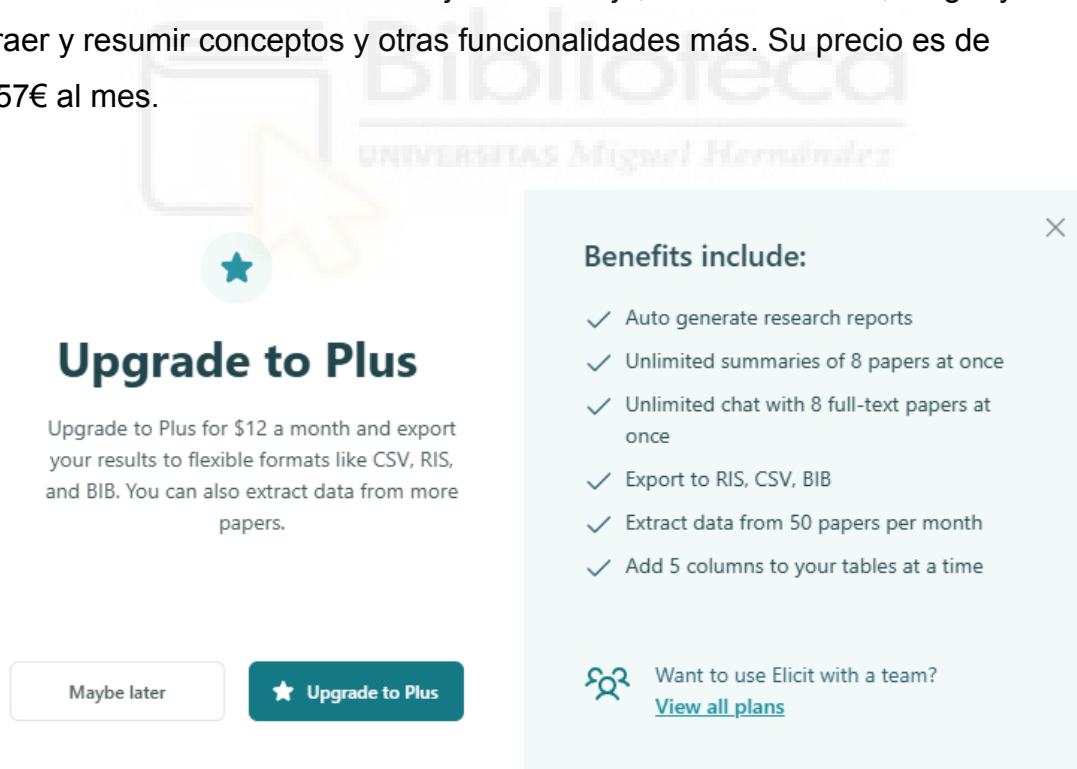
- **Nivel de conformidad:** No hay información pública que indique el nivel de conformidad con las WCAG de Elicit. En la sección de preguntas frecuentes de la herramienta no se menciona el cumplimiento de estándares de accesibilidad de WCAG.

Acceso gratuito y versiones de pago

Elicit cuenta con dos versiones de uso.

Elicit Basic que es gratuito y está indicado para estudiantes que buscan artículos científicos. Esta versión permite buscar ilimitadamente en más de 125 millones de artículos, usar el chat ilimitado con artículos, hacer resúmenes de 4 artículos a la vez, generar y chatear con informes de investigación, extraer de datos de 20 PDF al mes y usar 2 columnas por tabla de extracción de datos.

Elicit Plus está diseñado para investigadores independientes que realizan investigaciones más profundas. Esta versión permite extraer datos de 50 archivos PDF por mes o 600 por año, generar, editar y chatear con informes de investigación, usar 5 columnas por tabla de extracción de datos, exportar tablas ilimitadas a CSV/BIB/RIS desde flujos de trabajo, buscar artículos, cargar y extraer y resumir conceptos y otras funcionalidades más. Su precio es de 10,57€ al mes.



The image shows a modal window for upgrading to Elicit Plus. On the left, there is a star icon and the text 'Upgrade to Plus'. Below this, it says 'Upgrade to Plus for \$12 a month and export your results to flexible formats like CSV, RIS, and BIB. You can also extract data from more papers.' At the bottom left are two buttons: 'Maybe later' and '★ Upgrade to Plus'. On the right, a light blue box titled 'Benefits include:' lists six features with checkmarks: 'Auto generate research reports', 'Unlimited summaries of 8 papers at once', 'Unlimited chat with 8 full-text papers at once', 'Export to RIS, CSV, BIB', 'Extract data from 50 papers per month', and 'Add 5 columns to your tables at a time'. At the bottom right of this box, there is a group icon and the text 'Want to use Elicit with a team? View all plans'.

Upgrade to Plus

Upgrade to Plus for \$12 a month and export your results to flexible formats like CSV, RIS, and BIB. You can also extract data from more papers.

Maybe later **★ Upgrade to Plus**

Benefits include:

- ✓ Auto generate research reports
- ✓ Unlimited summaries of 8 papers at once
- ✓ Unlimited chat with 8 full-text papers at once
- ✓ Export to RIS, CSV, BIB
- ✓ Extract data from 50 papers per month
- ✓ Add 5 columns to your tables at a time

Want to use Elicit with a team? [View all plans](#)

Figura 42: Elicit Precios

Resumen

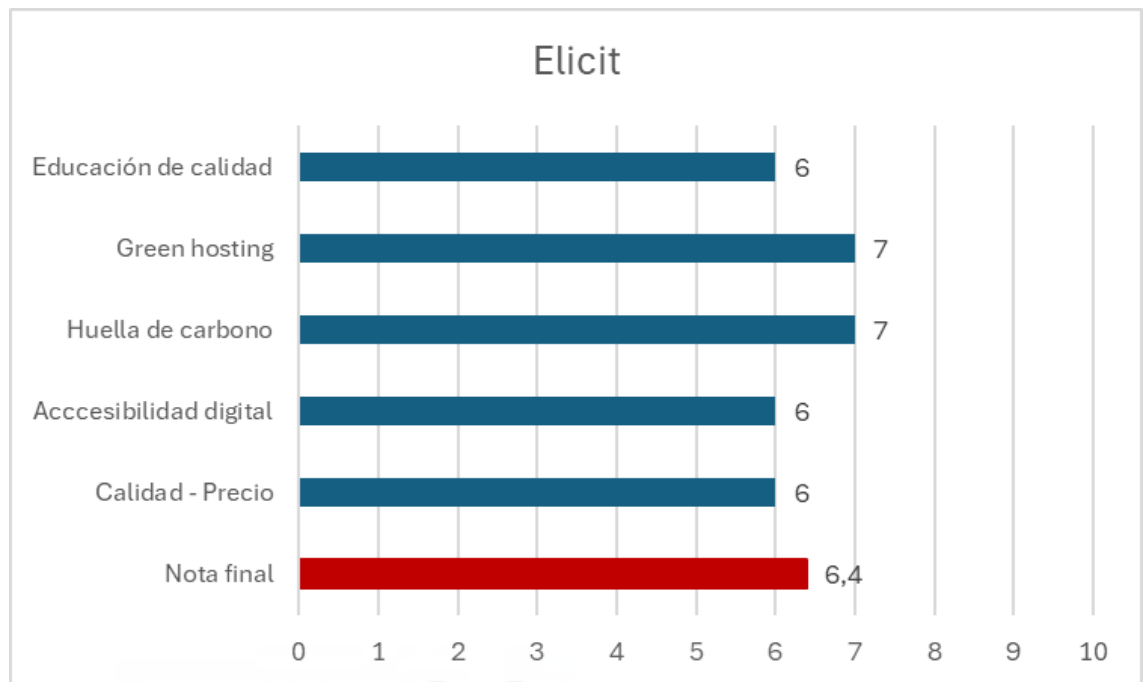


Figura 43: Puntuación Elicit

Elicit puede ayudar con la educación teniendo tanto cómo ventajas cómo desventajas para cumplir con los ODS, la única desventaja es que su funcionalidad sólo es para buscar en artículos científicos, pero cumple bien su propósito. Su green hosting es bueno, pero no es excelente.

Teachy tiene una huella de carbono alta pero no excesivamente grande. Tiene una buena accesibilidad. Referente a su calidad precio Elicit permite hacer muchas funcionalidades de forma gratuita no necesitando pagar la versión completa si eres un estudiante normal.

4.7 Grammarly

Logotipo:



Figura 44: Grammarly Logo

Página web: <https://app.grammarly.com/>

Breve descripción de la herramienta:

Grammarly es una herramienta IA que sirve para corregir la gramática de los textos. Actualmente sólo corrige gramática en inglés.

Esta herramienta te da a elegir para qué tipo de audiencia es el público que va a leer ese texto, la formalidad con la quieres escribir, la intencionalidad del texto (si es informar, describir, convencer o contar algo) y en la versión de pago también te da a elegir el registro en el que quieres escribir por ejemplo académico o casual.

Una vez se ha subido el texto que se desea corregir te dice los errores gramaticales, te da sugerencias e incluso puede escribir texto generativo con inteligencia artificial.

Educación de calidad

La herramienta Grammarly encaja principalmente con la meta que intenta aumentar sustancialmente el número de jóvenes y adultos con competencias relevantes, incluidas las técnicas y profesionales, para el empleo, el trabajo decente y el emprendimiento ya que la función de esta herramienta es servir de corrector ortográfico en inglés puede servir para desarrollar habilidades técnicas de escritura en inglés lo cual es una competencia muy valorada en entornos académicos y laborales.

Según el estudio de Woolf, B. P (2010) anteriormente citado la IA puede influir positivamente en cuanto a reducir los costes de formación del alumnado, en este caso Grammarly puede ayudar a las personas que necesitan aprender inglés a hacer sin tener que pagar el coste de una academia de inglés o un

profesor particular ya que corrige los errores en el acto y de manera intuitiva para que el usuario de esta herramienta pueda comprenderlo con facilidad. Así mismo la enseñanza a distancia permite educar a más estudiantes con buen rendimiento en países subdesarrollados cómo es el caso de Grammarly que puede hacer que personas en países subdesarrollados y con pocos recursos aprendan inglés con muy pocos costes Lim, C. P. et al [24]. Grammarly es muy útil para las personas que estén buscando mejorar su inglés una competencia muy requerida en empleos y entornos laborales, aparte de que también es beneficioso para mejorar la comunicación escrita lo que es clave para el empleo y el trabajo profesional. Cómo inhabilitadores tenemos que, aunque Grammarly es fácil de usar, sacarle verdadero provecho requiere ciertas competencias previas cómo un nivel básico de inglés para entender las sugerencias que esta IA da, competencias digitales para instalar y usar la herramienta correctamente, y capacidad crítica para interpretar las correcciones y mejorar a partir de ellas. En contextos con bajos niveles educativos o digitales, estas barreras pueden impedir que las personas más desfavorecidas usen bien la herramienta continuando con la desigualdad según el estudio de Gašević, D [9].

Alojamiento ecológico

Según la propia página de soporte de Grammarly [16] Grammarly indica que sus datos están alojados en servidores por Amazon Web Services en los EE.UU.

Según el informe de Amazon [1], Amazon Web Services tiene un compromiso con la sostenibilidad y el uso de energías renovables, y consiguió que el 100% de la electricidad que consumió en sus acciones proviniese de fuentes de energía renovable. Esto significa que a nivel global Amazon Web Services tiene una huella energética completamente renovable.

Además, Amazon ha implementado otras iniciativas como el uso de combustibles renovables en generadores de respaldo y la adopción de principios de economía circular en el diseño y reutilización de sus equipos, así consiguió mejorar su eficiencia energética y reducir su impacto ambiental. Sus prácticas para considerarse un green hosting son las siguientes:

- Como se ha comentado anteriormente Amazon en 2023 consiguió hacer su Energía 100% renovable abasteciendo el 100% de su consumo eléctrico global con energía renovable adelantándose siete años a su objetivo inicial de 2030. Este objetivo lo consiguió gracias a más de 500 proyectos de energía solar y eólica repartidos por todo el mundo.
- El uso de combustibles sostenibles como aceite vegetal hidrotratado (HVO) como combustible renovable en generadores de respaldo en centros de datos que están repartidos en Europa y los EE. UU. El aceite vegetal hidrotratado es un aceite que sustituye el diésel fósil y puede reducir las emisiones de gases efecto invernadero hasta 90%.
- Respecto a la economía circular Amazon el 2023 recicló 14,6 millones de componentes hardware evitando que terminen en vertederos. Además, Amazon diseña sus propios servidores para hacer que duren más años de vida útil reduciendo la fabricación de nuevos equipos.
- Amazon hizo construcciones sostenibles en centros de datos utilizando cemento de baja emisión de carbono y reduciendo el uso de acero en las estructuras.
- Gestión eficiente de agua comprometiéndose para 2030 en devolver más agua a las comunidades de la que extrae el agua. En 2023 Amazon devolvió 3.500 millones de litros de agua mejorando un 5% su uso de agua.
- Por último, Amazon tiene herramientas para los clientes como la Customer Carbon Footprint Tool (herramienta de huella de carbono para el cliente) que permite a los clientes medir y gestionar sus emisiones de carbono fomentando prácticas más sostenibles.

En otras palabras, se puede decir que Amazon está fuertemente comprometido con el medio ambiente y tiene unos de los mejores recursos del mundo para poner en marcha iniciativas robustas.

Huella de carbono

Grammarly emite 3.35g de CO₂e cada vez que alguien visita su página web.

Eso es un 95% más sucio que el resto de páginas web a nivel mundial.

Esta cifra representa una huella de carbono demasiado superior a la media de las páginas web a nivel mundial. Está en la categoría de Muy alta.

Aunque Grammarly usa green hosting de alta calidad este CO₂e se puede deber a que tiene una alta interactividad y funciones complejas como el análisis sintáctico, la detección de errores gramaticales, y la integración con otros servicios necesitan múltiples llamadas al servidor y procesamiento intensivo. Por último, el uso de inteligencia artificial que demanda procesos computacionales intensivos que necesitan de servidores con alto consumo energético.

Accesibilidad digital

- **Contraste de color:** Según el informe generado por Lighthouse el texto tiene suficiente contraste con el fondo para que sea legible.
- **Texto alternativo en elementos importantes:** No se han encontrado botones ni imágenes que no contengan su correspondiente texto descriptivo.
- **Contenido adaptable:** Grammarly se puede usar tanto en versión de escritorio cómo en versión móvil.

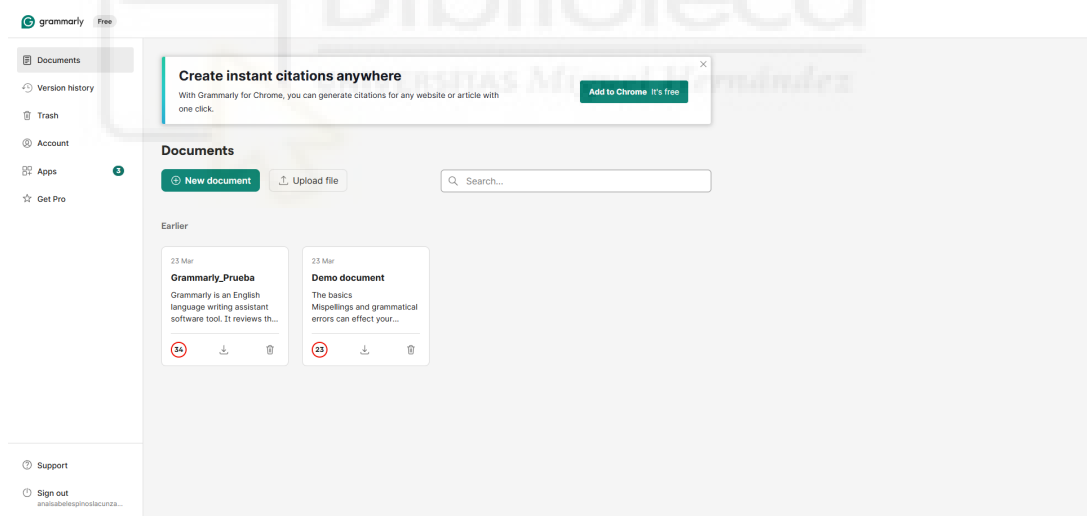


Figura 45: Grammarly Contenido ordenador

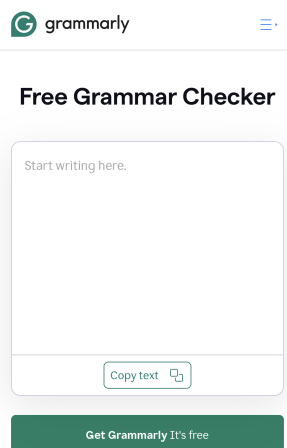


Figura 46: Grammarly Contenido móvil

- **Nivel de conformidad:** Grammarly en su declaración de accesibilidad la empresa expresa su compromiso con la mejora continua de la experiencia del usuario y la aplicación de estándares de accesibilidad importantes, pero no especifica si cumple con los niveles A, AA o AAA de las WCAG.

Acceso gratuito y versiones de pago

La herramienta Grammarly tiene dos versiones de uso.

Grammarly Free esta versión gratuita ofrece corrección gramatical, ortográfica y de puntuación básica. Grammarly Pro ofrece herramientas como análisis de plagio, sugerencias de tono y más. Hay una versión de prueba gratis de 7 días y versiones de pago mensual 30€, pago trimestral 20€ pago anual 12€.

Pago 0€ hoy

- Prueba gratuita de 7 días de la versión Pro
- Recordatorio por correo electrónico 2 días antes de que finalice la prueba
- Cancelar en cualquier momento

PLANES INDIVIDUALES

LOS MAS POPULARES		
Anual Pago 0€ hoy	12,00 € / mes AHORRE UN 60%	Seleccionar
Trimestral Pago 0€ hoy	20,00 € / mes AHORRE 33%	Seleccionar
Mensual Pago 0€ hoy	30,00 € / mes	Seleccionar

Figura 47: Grammarly Precios

Resumen

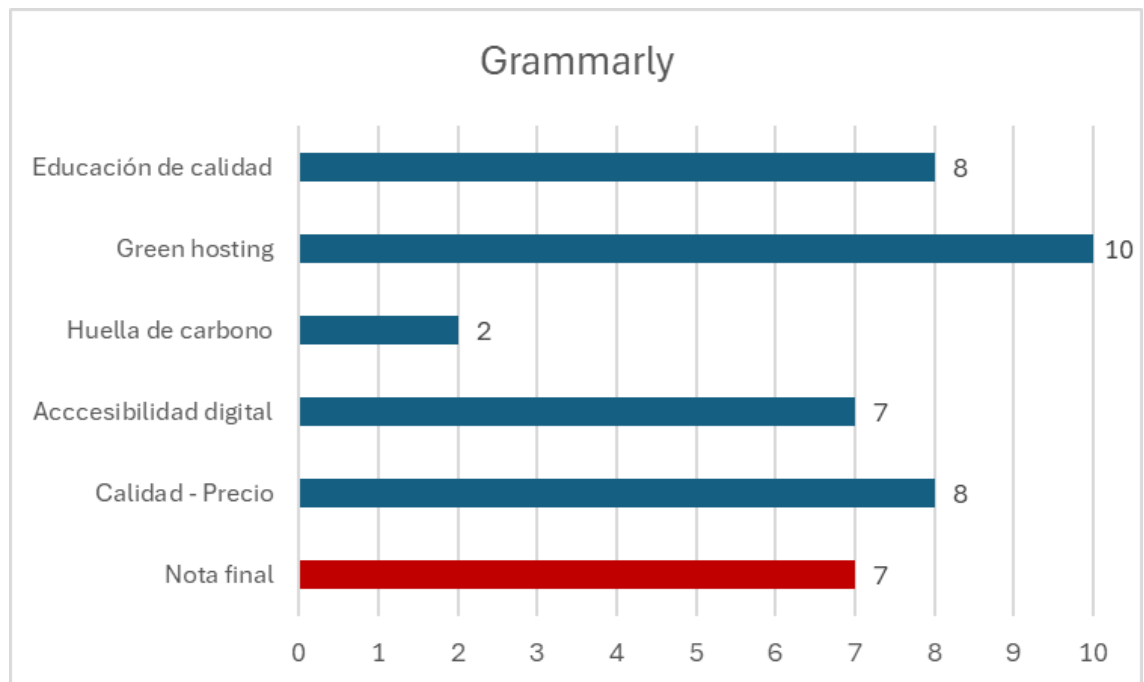


Figura 48: Puntuación Grammarly

La herramienta Grammarly es muy buena para ayudar en su objetivo que es la corrección de ortografía en inglés. Esta herramienta cumple con los objetivos de los ODS aunque estaría bien que en el futuro extenderán esta herramienta a más idiomas. Su green hosting es de los mejores pero su huella de carbono es muy mala.

Tiene una buena accesibilidad. Grammarly tiene muy buena calidad precio porque permite hacer muchas tareas varias veces sin necesidad de pagar por la versión Pro.

4.8 Comparativa final entre herramientas IA

A modo de resumen se presenta a continuación una serie de tablas comparativas de las herramientas, mostrando en primer lugar la puntuación final alcanzada por cada una y después los resultados obtenidos por cada herramienta en la evaluación de cada parámetro.

4.8.1. Educación de calidad

En este gráfico se muestra la comparación del parámetro educación de calidad. Podemos observar que hay varias herramientas que emplean en la mejor puntuación. Estas herramientas Gemini, PopAi y Grammarly ha sido las que mejor puntuación han sacado porque son las que más y mejores ventajas ofrecen para cumplir con el ODS educación de calidad que intenta garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

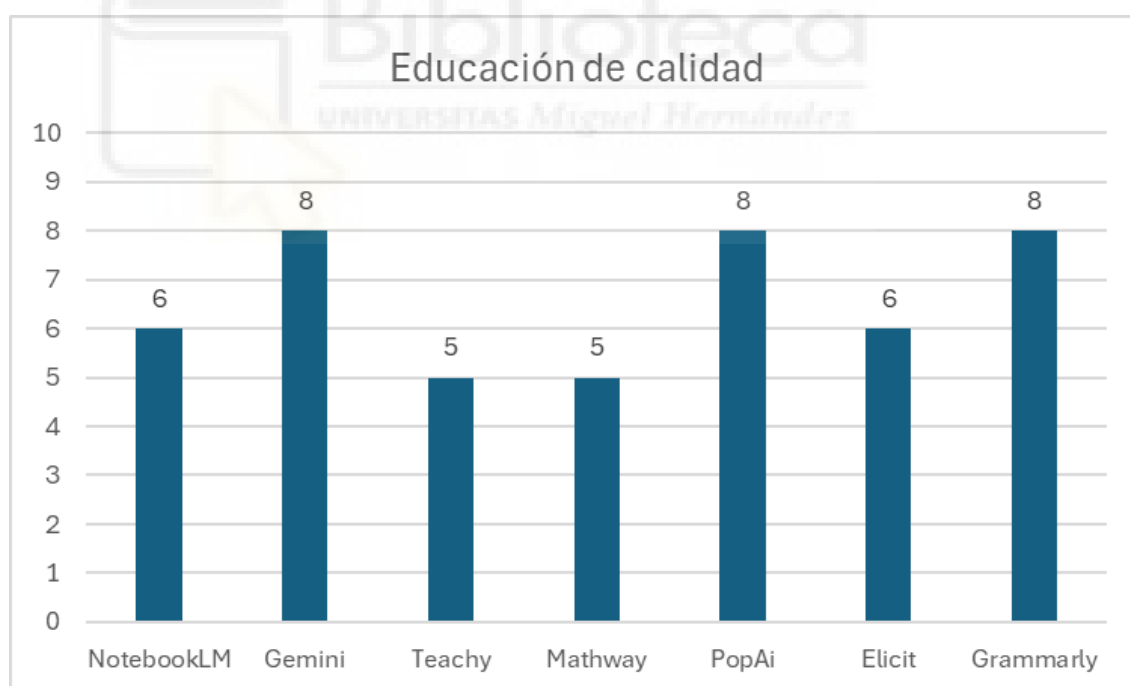


Figura 49: Puntuación educación de calidad

4.8.2. Green hosting

El siguiente gráfico compara si las herramientas usan green hosting queda claro que hay cuatro herramientas que sobresalen por encima de las demás. Estas herramientas están alojadas en servidores de grandes compañías multinacionales que son Google y Amazon y esa es la explicación de porque sobresalen por encima de las demás ya que estás compañías tienen a su disposición grandes recursos de los que compañías más pequeñas no disponen. Aunque en general las otras herramientas han sacado muy buena puntuación también.

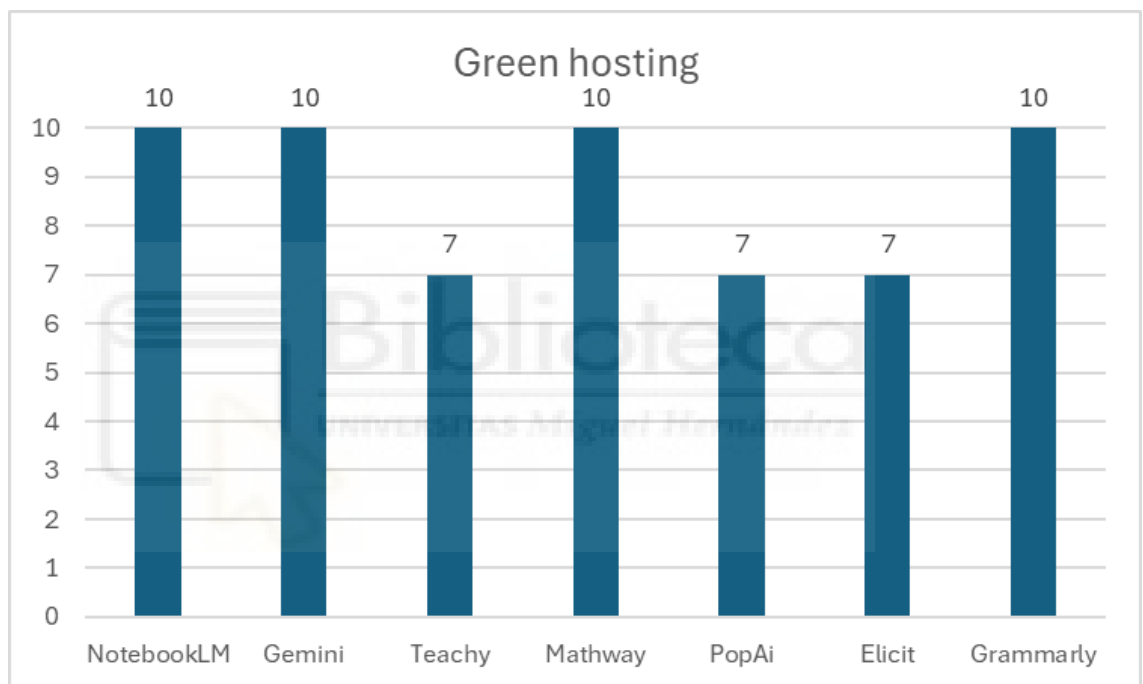


Figura 50: Puntuación green hosting

4.8.3. Huella de carbono

Sobre la huella de carbono podemos decir que en general hay malos resultados. Destacan para mal NotebookLM, PopAi y Grammarly parece que estas empresas tienen mucho que mejorar en sus webs para poder considerar que son sostenibles porque emiten poco CO₂e. El resto de herramientas, aunque emiten menos CO₂e tampoco tienen muy buenos resultados ya que todas estas herramientas están en la categoría de que emiten una alta cantidad de huella de carbono.

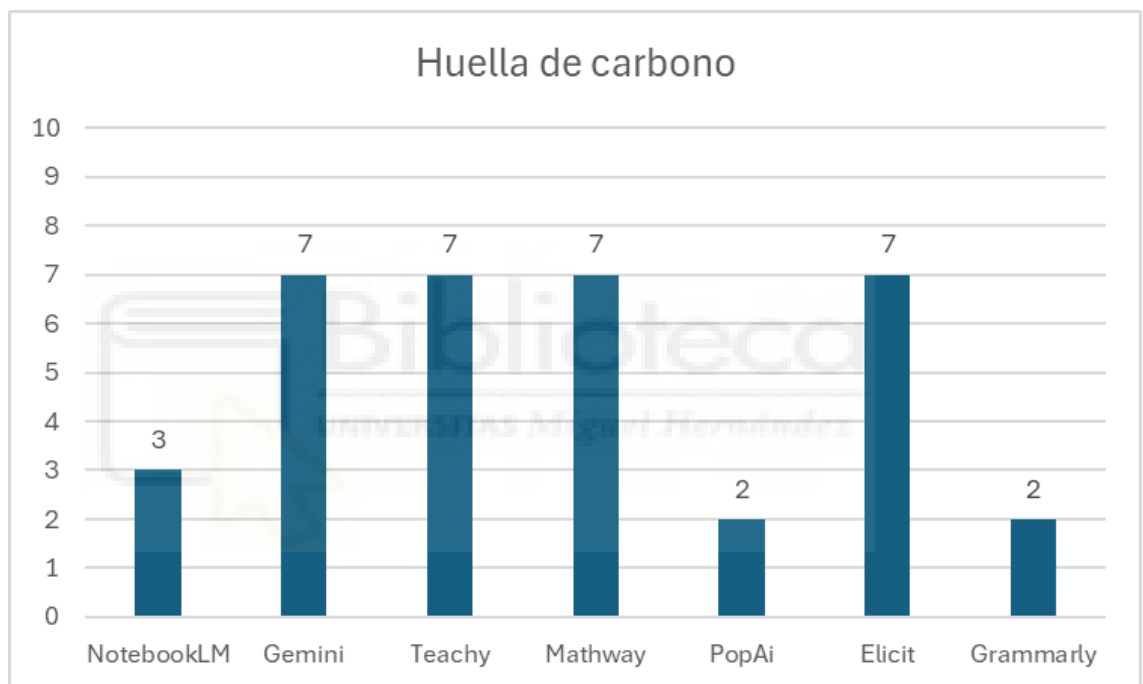


Figura 51: Puntuación huella de carbono

4.8.4. Accesibilidad digital

En el siguiente gráfico se compara la accesibilidad digital. En general no ha habido grandes resultados en el análisis de este parámetro. La accesibilidad digital es algo que todavía muchas empresas no están muy actualizadas. Hay una única herramienta que destaca por encima de las demás que es la herramienta de Gemini. Curiosamente había más herramientas de Google han sacado notas diferentes en comparación con la herramienta más destacada en este parámetro.

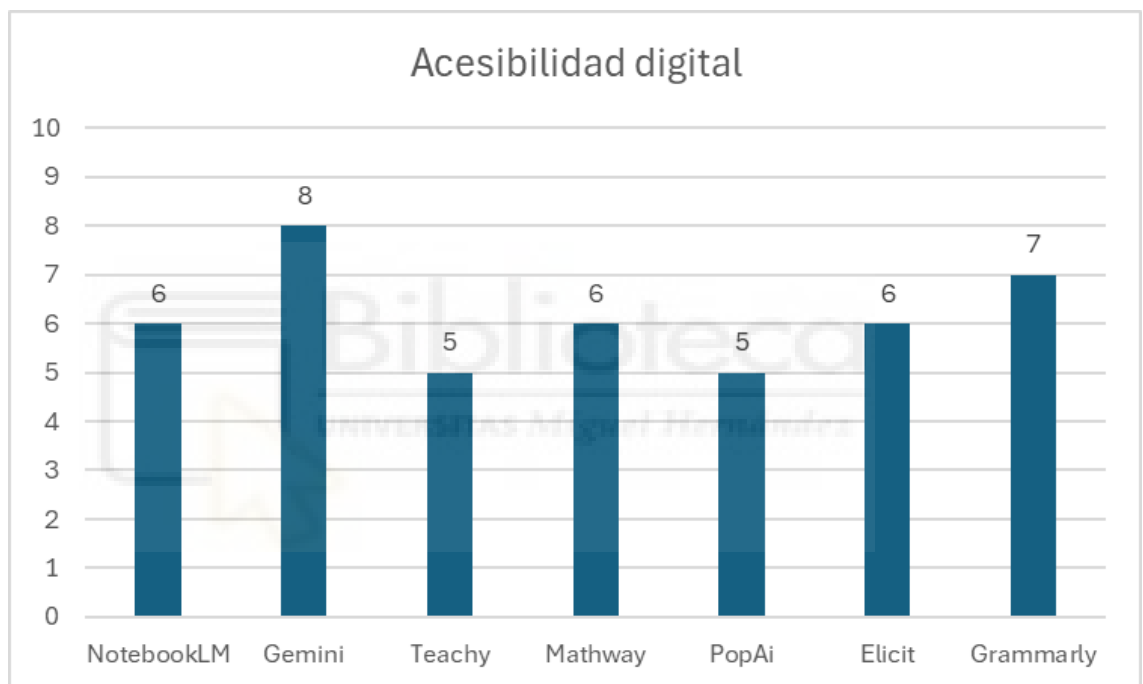


Figura 52: Puntuación accesibilidad

4.8.5. Calidad - Precio

A continuación, se presenta una perspectiva global del parámetro calidad - precio. Destacan dos herramientas de Google NotebookLM y Gemini que permiten hacer muchas cosas y en repetidas ocasiones. Y Grammarly que también tiene una relación calidad precio aceptable para la persona que quiera usar esta herramienta de forma gratuita. El resto de herramientas están muy por debajo ofreciendo muy pocas tareas de forma gratuita.

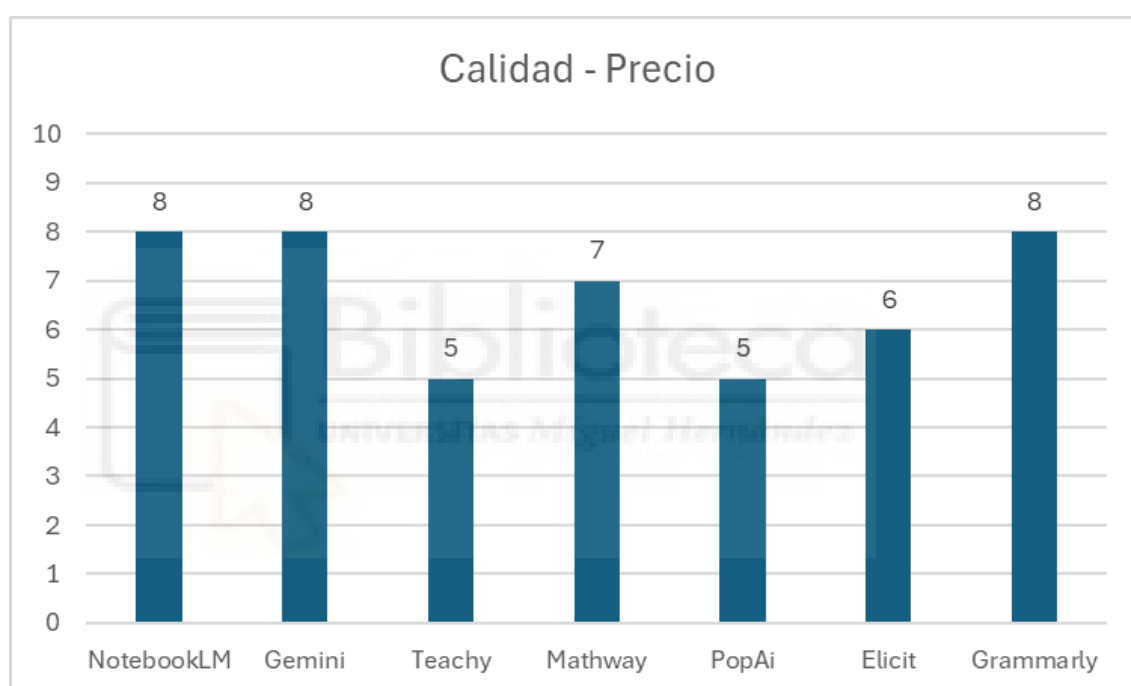


Figura 53: Puntuación calidad - precio

4.8.6. Puntuación final

La puntuación final asignada a cada herramienta corresponde al promedio de las calificaciones obtenidas en la evaluación de cada uno de los parámetros. Las herramientas de IA que han conseguido mejor puntuación ha sido porque son más completas en todos los parámetros. En este trabajo no se busca la herramienta de inteligencia artificial “ganadora”. Cada herramienta es para un uso concreto y no compiten entre ellas porque tienen diferentes casos de uso. Se busca comparar las herramientas para saber cuáles son buenas para uso docente y si cumplen con las buenas prácticas de la sostenibilidad.

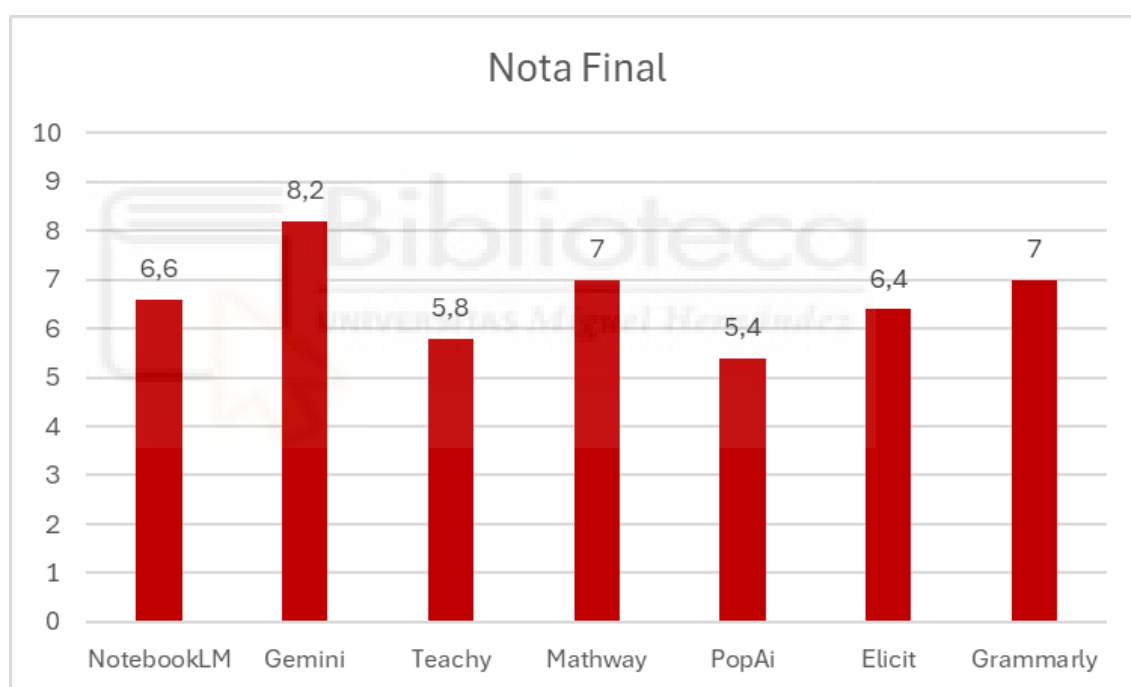


Figura 54: Nota final

4.9. Discusión final

Cómo se ha comentado anteriormente en este trabajo no se ha intentado en ningún momento buscar una herramienta de inteligencia artificial “ganadora”. Cada herramienta sirve para un propósito diferente para cada caso de uso. Se ha intentado comparar las herramientas para saber cuáles son buenas para ayudar a mejorar la docencia, saber si estas herramientas son sostenibles y orientar en la elección de la herramienta más adecuada para cada situación específica, mostrando sus fortalezas y debilidades.

La selección de una herramienta u otra estará influida por diversos factores, entre los cuales se pueden destacar en qué ámbito de la educación necesita ayuda el usuario, si es en redactar documentos, ayuda en matemáticas, ayuda en corrección de inglés etc. Si el usuario tiene alguna discapacidad física y necesita apoyo extra al usar alguna herramienta de inteligencia artificial. El nivel de compromiso con la sostenibilidad que tenga el usuario para elegir una herramienta que se alinee con sus valores. Y por último el presupuesto económico del que disponga el usuario.

Considerando estos criterios y tras analizar las diferentes herramientas, se puede concluir que Gemini es la herramienta más completa de todas las analizadas ya que es una herramienta general que sirve para realizar muchas otras tareas que pueden realizar las demás herramientas, es accesible, usa un green hosting sostenible aunque tiene una alta huella de carbono, y si el usuario es un estudiante o una persona de uso casual puede usar esta herramienta de manera gratuita ya que permite hacer bastantes tareas gratis.

Por el lado opuesto tenemos a Teachy y a PopAi con las peores notas de todas las herramientas. PopAi está diseñada para ayudar en tareas académicas, creativas y profesionales y Teachy está diseñada para profesores para ayudarlos en la creación y gestión de contenidos educativos. PopAi tiene como puntos fuertes que es bastante buena ayudando a conseguir objetivos académicos pero como puntos negativos esta herramienta no es muy sostenible y tiene una relación calidad precio regular. Los puntos fuertes de Teachy es que es una herramienta IA sostenible, por otra parte, puede ayudar

a sus usuarios en el uso educativo, pero tampoco es una herramienta excelente en ese campo.

En una posición intermedia tenemos a las herramientas NotebookLM, Elicit, Mathway y Grammarly.

NotebookLM destaca positivamente por tener un buen green hosting, pero al contrario tiene muy mala huella de carbono, así que se podría decir que es una herramienta parcialmente sostenible. En cuanto a su calidad precio es bastante equitativa. Su accesibilidad es buena y respecto a ayudar con el uso educativo es una herramienta que dentro de su nicho que es para interactuar con los documentos de los usuarios es una herramienta que cumple correctamente con su cometido.

Elicit es una herramienta que podría tener ciertos puntos en común con la herramienta anterior ya que ambas ayudan a organizar y analizar información compleja y son útiles para investigación académica, pero con diferente enfoque porque Elicit es más indicado como motor de investigación científica que tiene conexiones con bases de datos académicas. Esta herramienta cumple con su función de ayuda con las tareas educativas de manera adecuada, su green hosting su huella de carbono son congruentes, su accesibilidad es buena y su relación calidad precio es coherente ya que permite hacer muchas cosas de manera gratuita.

En cuanto si necesitamos herramientas para nichos específicos como las matemáticas tenemos a Mathway que está enfocada a ayudar en problemas matemáticos. Mathway es buena en su campo educativo, aunque tiene una nota normal es porque de manera gratuita ayuda con problemas matemáticos, pero si no compras la versión de pago no puedes ver la resolución paso a paso y eso quizás no sirve del todo para ayudar a la educación de calidad. Tiene una accesibilidad moderada, es más o menos sostenible ya que su hosting es bueno pero su huella de carbono es alta. Respecto a su calidad precio es adecuada para el uso de la herramienta.

Finalmente tenemos a Grammarly que también es una herramienta de nicho ya que se centra sólo en la corrección de ortografía en inglés. Esta herramienta es

bastante buena en su campo y tiene una nota alta en la educación de calidad ya que permite hacer muchas tareas de forma gratuita. También es un poco incongruente con la sostenibilidad porque posee un green hosting de muy buena calidad, pero en cambio tiene muy mala huella de carbono. Por último, es una herramienta accesible ya que cómo su principal función es la corrección de texto si una persona con discapacidad necesita un lector de pantalla puede usarlo perfectamente en esta herramienta.



5. Conclusiones

Tras realizar este estudio comparativo de herramientas de inteligencia artificial orientadas al uso docente desde una perspectiva de sostenibilidad se puede concluir que la integración de estas tecnologías en el ámbito educativo ofrece un potencial significativo para mejorar la calidad de la educación y la personalización del aprendizaje. No obstante, también plantea retos importantes en términos de equidad y consumo energético.

Con este estudio se ha evidenciado que no existe una única herramienta ideal que se adapte a todas las necesidades educativas. Cada una de las soluciones analizadas presenta ventajas y limitaciones que deben valorarse en función del contexto específico de uso. Algunas destacan por su accesibilidad económica y facilidad de uso, mientras que otras ofrecen mayor potencial educativo a costa de requerir mayor formación técnica o disponer de menos opciones gratuitas.

El estudio ha revelado varios puntos positivos compartidos por la mayoría de las herramientas analizadas. Muchas de estas aplicaciones contribuyen activamente a promover una educación de calidad. Además, un número considerable de plataformas ha mostrado un compromiso creciente con la sostenibilidad ambiental mediante el uso de servicios de green hosting que funcionan con energías renovables. Estos aspectos demuestran que es posible desarrollar herramientas tecnológicas que además de ser funcionales y eficaces en el ámbito docente, también se alineen con principios de sostenibilidad y responsabilidad social.

En relación con los objetivos a mejorar la mayoría de las herramientas analizadas han tenido resultados por debajo de la media en su huella de carbono y sobre todo en accesibilidad.

Si bien algunas herramientas comienzan a incorporar prácticas más responsables desde el punto de vista ambiental todavía existe un amplio margen de mejora. Además, la mayoría de las plataformas no ofrece información clara sobre su huella de carbono o sus políticas de sostenibilidad, lo cual dificulta una evaluación completa en este aspecto.

En cuanto a la accesibilidad muchas de las herramientas presentan interfaces poco adaptadas para personas con discapacidades visuales o auditivas, y carecen de opciones básicas como integración con lectores de pantalla o navegación mediante teclado. Esto limita gravemente el acceso equitativo a la tecnología educativa, contradiciendo el principio de democratización del aprendizaje que muchas de estas plataformas promueven.

En resumen, las herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la educación tienen un papel relevante en la transformación del aprendizaje, pero su uso debe ir acompañado de una reflexión crítica sobre su impacto ambiental, social y ético. Este trabajo no pretende determinar cuál es la mejor herramienta, sino ofrecer una base de análisis que permita al usuario seleccionar la opción más adecuada según sus necesidades, capacidades y valores. Fomentar un uso consciente, ético y sostenible de estas tecnologías es clave para asegurar su contribución positiva al futuro de la educación.



6. Bibliografía

[1] Amazon. (2023). *Amazon Sustainability Report 2023*. About Amazon.

Disponible en: <https://sustainability.aboutamazon.com/2023-report>

Último acceso: 20 de marzo de 2025.

[2] Blakemore, E. (2023). Alan Turing, el genio detrás del test que pone a prueba las IAs. *National Geographic*. Disponible en:

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2023/03/alan-turing-test-inteligencia-artificial> Último acceso: 15 de marzo de 2025.

[3] Cloudflare. (2021). 100 % renewable & zeroing out emissions back to Day 1. *Blog de Cloudflare*. Disponible en:

<https://blog.cloudflare.com/cloudflare-committed-to-building-a-greener-internet/>

Último acceso: 23 de mayo de 2025.

[4] Cloudflare, Inc. (2024). *Cloudflare Emissions Inventory – 2023*. Disponible en:

https://cfassets.www.cloudflare.com/slt3lc6tev37/4hGof0DAFmUuGjjyLtG0sE/ecbbb0ef53e018ad1dd1b172c58b7154/Cloudflare_2023_Emissions_Inventory.pdf Último acceso: 25 de mayo de 2025.

[5] Daniels, J., et al. (2018). Exploratory study examining the at-home feasibility of a wearable tool for social-affective learning in children with autism. *npj Digital Medicine*, 1, Article 32.

[6] Educo. (2021). ¿Qué es la innovación educativa y por qué es importante?

Disponible en: <https://www.educo.org/blog/innovacion-educativa-que-es> Último acceso: 2 de marzo de 2025.

[7] Elicit. (s.f.). *Elicit*. Disponible en: <https://elicit.com/> Último acceso: 30 de mayo de 2025.

[8] Frick, T. (2024). How to prioritize digital accessibility and sustainability. *Mightybytes*. Disponible en: <https://www.mightybytes.com/blog/digital-accessibility-web-sustainability/> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

[9] Gašević, D. (2018). Include us all! Directions for adoption of learning analytics in the global south. En C. P. Lim & V. L. Tinio (Eds.), *Learning analytics for the global south* (pp. 1-22).

[10] Google. (s.f.). *Descripción general de Lighthouse*. Chrome for Developers. Disponible en: <https://developer.chrome.com/docs/lighthouse/overview?hl=es-419> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

[11] Google. (s.f.). *Gemini*. Disponible en: <https://gemini.google.com/app> Último acceso: 30 de mayo de 2025.

[12] Google. (s.f.). *NotebookLM*. Disponible en: <https://notebooklm.google/> Último acceso: 30 de mayo de 2025.

[13] Google. (s.f.). *Sustainability*. Disponible en: <https://sustainability.google/> Último acceso: 20 de mayo de 2025.

[14] Google DeepMind. (s.f.). *AlphaGo*. Disponible en: <https://deepmind.google/research/projects/alphago/> Último acceso: 7 de mayo de 2025.

[15] Google LLC. (2018). *Management's assertion regarding the effectiveness of its controls over the Google Cloud Platform system based on the Trust Services Principles and Criteria for security, availability, and confidentiality* [Informe SOC 3]. Disponible en: https://services.google.com/fh/files/misc/3degrees_cloud_services_review_stat

[ement_final.pdf](#) Último acceso: 25 de mayo de 2025.

[16] Grammarly. (s.f.). *Grammarly*. Disponible en: <https://app.grammarly.com/>
Último acceso: 30 de mayo de 2025.

[17] Hilber, M. (2011). Digital gender divide or technologically empowered women in developing countries? A typical case of lies, damned lies, and statistics. *Women's Studies International Forum*, 34, 479-489.

[18] Intergovernmental Panel on Climate Change. (s.f.). *IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change*. Disponible en: <https://archive.ipcc.ch/> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

[19] Internet Society Foundation. (2023). ¿Qué es la equidad digital? Disponible en: <https://www.isocfoundation.org/es/2023/09/que-es-la-equidad-digital/> Último acceso: 30 de mayo de 2025.

[20] International Organization for Standardization. (2018). *ISO 14064-1:2018 – Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:en> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

[21] Jo, I. H., Kim, D., & Yoon, M. (2014). Analyzing the log patterns of adult learners in LMS using learning analytics. En *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 183–187). Indianapolis, USA.

[22] Karanja, R. G., & Mwendia, S. N. (2018). Ambient learning - Knowledge as a service model: towards the achievement of Sustainable Development Goal Four. En P. Cunningham & M. Cunningham (Eds.), *IST-Africa 2018 Conference Proceedings* (pp. 1-8).

- [23] Kim, Y., & Baylor, A. L. (2016). Research-based design of pedagogical agent roles: a review, progress, and recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 160-169.
- [24] Lim, C. P., Tinio, V. L., Smith, M., & Bhowmik, M. K. (2018). Digital learning for developing Asian countries. Achieving equity, quality, and efficiency in education. En K. J. Kennedy & J. C.-K. Lee (Eds.), *Routledge International Handbook of Schools and Schooling in Asia* (pp. 369-381). Routledge.
- [25] Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106, 901–918.
- [26] Mathway. (s.f.). *Algebra*. Disponible en: <https://www.mathway.com/Algebra> Último acceso: 30 de mayo de 2025.
- [27] Mightybytes. (2022). *Sustainable web design*. Disponible en: <https://www.mightybytes.com/blog/sustainable-web-design/> Último acceso: 25 de mayo de 2025.
- [28] Mightybytes. (2024). *Green web hosting: Choices to consider*. Disponible en: <https://www.mightybytes.com/blog/mightybytes-green-hosting/> Último acceso: 25 de mayo de 2025.
- [29] Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw-Hill.
- [30] Peter, S. (2024). La IA nació en un campamento de verano en Estados Unidos hace 68 años. Por eso, ese acontecimiento sigue siendo importante hoy en día. *International Science Council*. Disponible en: <https://es.council.science/blog/ai-was-born-at-a-us-summer-camp-68-years-ago-heres-why-that-event-still-matters-today/> Último acceso: 30 de mayo de 2025.

- [31] PopAI. (s.f.). *AI Presentation*. Disponible en: <https://www.popai.pro/es/ai-presentation> Último acceso: 30 de mayo de 2025.
- [32] Puigjaner, R. (2016). Progressing toward digital equity. En F. J. Mata & A. Pont (Eds.), *IFIP International Federation for Information Processing* (pp. 109-120).
- [33] Sánchez Vera, M. del M. (2023). La inteligencia artificial como recurso docente: usos y posibilidades para el profesorado. *EDUCAR*, 60(1), 33–47. Disponible en: <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1810>
- [34] Teachy. (s.f.). *Teachy*. Disponible en: <https://www.teachy.app/> Último acceso: 30 de mayo de 2025.
- [35] The Green Web Foundation. (2024). *Green Web Foundation: Home*. Disponible en: <https://www.thegreenwebfoundation.org/> Último acceso: 27 de mayo de 2025.
- [36] UNESCO. (2019). La UNESCO ha publicado el primer consenso sobre la inteligencia artificial y la educación. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/la-unesco-ha-publicado-el-primer-consenso-sobre-la-inteligencia-artificial-y-la-educacion> Último acceso: 15 de marzo de 2025.
- [37] UNESCO. (s.f.-a). *La inteligencia artificial en la educación*. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence> Último acceso: 7 de mayo de 2025.
- [38] United Nations. (2024). Educación [Objetivo 4 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible]. *Naciones Unidas*. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/> Último acceso: 19 de marzo de 2025.

- [39] Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., et al. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 11, 233. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- [40] WebsiteCarbon. (s. f.). Website Carbon. Disponible en: <https://www.websitecarbon.com/> Último acceso: 12 de mayo de 2025.
- [41] Wikipedia. (2024). *Allen Newell*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Allen_Newell Último acceso: 18 de marzo de 2025.
- [42] Wikipedia. (2025). *History of artificial intelligence*. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_artificial_intelligence Último acceso: 25 de febrero de 2025.
- [43] Wholegrain Digital. (s.f.). *How does it work?*. Disponible en: <https://www.websitecarbon.com/how-does-it-work/> Último acceso: 27 de mayo de 2025.
- [44] Wolfenstein, K. (2024). Sobre los orígenes de la inteligencia artificial: cómo la década de 1980 sentó las bases de los modelos generativos actuales. *Xpert Digital*. Disponible en: <https://xpert.digital/es/origen-de-la-inteligencia-artificial/> Último acceso: 3 de marzo de 2025.
- [45] Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- [46] World Resources Institute, & World Business Council for Sustainable Development. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A corporate accounting and reporting standard* (Revised edition). Disponible en: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

[47] *WCAG 2 Overview*. Web Accessibility Initiative (WAI), World Wide Web Consortium (W3C). Disponible en: <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/> Último acceso: 28 de mayo de 2025.

Disclamer

Para realizar este Trabajo Fin de Grado me he apoyado en las herramientas que he detallado anteriormente en el trabajo. He leído sus advertencias de que las inteligencias artificiales pueden cometer errores y que nuestra responsabilidad cómo usuarios es verificar la información. Este trabajo ha sido realizado íntegramente por mí misma, habiendo revisado y contrastado todos los datos obtenidos en las herramientas utilizadas. Los datos y referencias utilizados en este trabajo provienen de fuentes consideradas confiables en el momento de la redacción.

