



Uso de inteligencia artificial para diseñar propuestas didácticas de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria

Use of Artificial Intelligence to Design Theaching Proposals for Physics and Chemistry in Compulsory Secondary Education

Rosa M. Vergara-González

Universidad de Granada. España

<https://orcid.org/0009-0007-8455-3321>

e.romavergo1@go.ugr.es

Javier Carrillo-Rosúa

Universidad de Granada. España

<https://orcid.org/0000-0003-2889-3966>

fjcarri@ugr.es

ARTICLE INFO

Palabras clave

Inteligencia artificial; material didáctico; tecnología educacional; Enseñanza Secundaria; Física; Química.

Keywords

Artificial intelligence; teaching material; educational technology; Secondary Education; Physics; Chemistry.

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) ha evolucionado enormemente desde su origen en el mundo tecnológico hasta su incorporación en la vida cotidiana, y ha provocado tanto críticas sobre derechos de autor y autenticidad de contenido como defensas que promueven su integración en la educación. Este trabajo se centra en recopilar herramientas accesibles de IA, aprender a usarlas adecuadamente y analizar su desempeño como ayuda en el diseño didáctico en Física y Química en 2.º y 4.º de la ESO. Tras la recopilación de 23 herramientas, se seleccionaron ChatGPT y Perplexity, herramientas de generación de texto. Mediante solicitudes estructuradas, las herramientas textuales crearon diversas situaciones de aprendizaje, y las respuestas obtenidas se evaluaron mediante observación, listas de cotejo y comparaciones con una situación de aprendizaje previamente diseñada. Se concluyó que estas plataformas poseen un gran potencial para personalizar y reflejar las peticiones del docente si se realizan las preguntas adecuadas y suficientes, con gran facilidad de uso y accesibilidad para el usuario digital común, siendo un buen apoyo para la creación de material didáctico.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has evolved enormously from its origins in the technological world to its incorporation into everyday life, and has provoked both criticism of copyright and content authenticity, as well as advocates promoting its integration into education. This work focuses on collecting accessible AI tools, learning how to use them properly, and analyzing their performance as an aid in didactic design in Physics and Chemistry in 2nd and 4th ESO. After collecting 23 tools, ChatGPT and Perplexity were selected for text generation. Using structured requests, the textual tools created various learning situations, and the responses obtained were evaluated by observation, checklists and comparisons with a previously designed learning situation. It was concluded that these platforms have a great potential to personalize and reflect the teacher's requests with the appropriate and sufficient questions asked, with great ease of use and accessibility for the common digital user, therefore being a good support for the creation of didactic material.



1. Introducción

El avance tecnológico en todos los ámbitos humanos es evidente e imparable. Esto ocurre también en la educación, donde se han incorporado paulatinamente nuevas herramientas y recursos novedosos, a los que se ha unido recientemente la inteligencia artificial generativa (IA).

La IA es una invención revolucionaria que ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas (Gonzalo de Alba, 2019), aunque es desde el 2022 cuando se está abriendo a usuarios comunes de internet, no solo a profesionales (Rodríguez Martínez, 2023).

Sin embargo, la IA presenta nuevas problemáticas que llevan asociada la controversia. Por ejemplo, las plataformas de IA que generan imágenes son entrenadas con obras y diseños previos que pueden tener derechos de autor (Armero, 2022); y los generadores de texto suscitan dudas sobre la genuinidad de un trabajo entregado (Del Rosario, 2023). Incluso, ha sido un recurso criticado por su poder de alterar contenido multimedia con fines fraudulentos o para difundir información falsa (Eroski Consumer, 2023; Williamson, & Prybutok, 2024). En el ámbito educativo esta disputa se mantiene. La desinformación, el plagio, los abusos y el impacto medioambiental generan controversias que deben resolverse aplacando estos factores uno a uno, creando conciencia en el colectivo estudiantil y fomentando un uso responsable (Elgersma, 2024).

El dilema principal es cómo regular una herramienta tan novedosa y poder integrarla (o dejar que se integre) en las instituciones educativas.

La aplicación de tecnologías recientes en la educación puede generar ciertas dificultades, como un uso inefectivo de sus recursos creado por una mala adecuación del currículo o falta de capacitación de los docentes, o la desatención de intereses como el desarrollo personal del alumnado y la tutela del docente (Mollo-Torricó *et al.*, 2023).

Según Moreno Padilla (2019), con una adecuada adaptación docente y de los sistemas educativos, la IA puede ser una herramienta versátil que facilite la vida al docente, así como personalice el aprendizaje del estudiante. Asimismo, Erduran (2023) enuncia que el propio avance tecnológico insta a cambiar las competencias que se adquieren en la enseñanza y la investigación científicas, con tal de ser capaces de utilizar la IA de forma exitosa y mejorar las cualidades que esta no puede sustituir, como pueden ser la curiosidad, el pensamiento crítico y la creatividad (Fu Lee, 2020).

1.1. Usos y contexto actual sobre IA

Desde la aparición de herramientas de IA públicas, se han incorporado a diversas facetas del ámbito educativo, defendiendo su utilidad tanto como herramienta estudiantil como herramienta docente (Granda Dávila *et al.*, 2024; Lambert, s. f.).

A nivel particular, existen docentes con gran iniciativa en el uso de la IA. Un ejemplo es el subdirector de escuela británico Matthew Wemyss, que en su blog de Wordpress comenta distintos aspectos de la IA en educación y presenta diversas ideas, entre ellas, una propuesta de protocolo de su uso en centros educativos (Wemyss, 2023). Un emprendedor en este campo es José David Pérez, que presenta diversos cursos de creación de contenido didáctico docente y actividades con ChatGPT (Pérez, s. f.).

Existen estudios universitarios que han probado y avalado la incorporación de la IA en su entorno. Un ejemplo de ello es el estudio de Ayuso y Gutiérrez (2022) con estudiantes de la asignatura de TIC Aplicadas a la Educación, del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Extremadura, donde se les instruyó de forma básica sobre IA, su origen, funcionamiento y usos prácticos en docencia, para luego evaluar sus opiniones al respecto. Los resultados mostraban que, aunque la mayoría apreciaba su potencial que podría facilitar la comprensión de conceptos y aumentar el rendimiento académico, lo consideraban algo complejo de aprender y utilizar, y que sería difícil que pudieran crear proyectos sin ayuda externa.

Según una encuesta realizada por la revista *Forbes* en octubre de 2023 a 500 enseñantes de los Estados Unidos, más de la mitad había implementado IA en su enseñanza, principalmente como juegos, plataformas y evaluación automática; y la mitad afirmaba haber visto una mejora del rendimiento estudiantil. Las principales preocupaciones presentadas eran el plagio en los trabajos y la pérdida de interacción humana, así como la privacidad y la seguridad de los datos; así, la mayoría alentaban una mayor educación ética y estimaban un aumento del papel de la IA con el tiempo, pero sin llegar a ser un elemento primordial (Hamilton, 2023).

Parecidas posturas sostienen la Dirección Provincial de Educación de Ávila y la UOC, que impulsan a los docentes a formarse y mejorar la metodología docente en las universidades (Oliver, 2023).

A nivel europeo, la Comisión Europea elaboró en 2022 unas directrices éticas sobre el uso de IA y de los datos en educación y el Consejo de Europa presentó ese año un análisis desde la perspectiva de derechos humanos y democracia, sentando las bases de nuevos avances (Comisión Europea, 2022).

Asimismo, a nivel global, la Unesco ha realizado numerosas aportaciones, como las recomendaciones éticas sobre IA o el Consenso de Beijing sobre IA y educación, así como guías de uso y currículos de IA propuestos para los distintos niveles educativos (Unesco, 2021; Unesco, 2023a; Unesco, 2023b).

Otros informes como el de EDUCAUSE Horizon Report de 2023 subrayan el gran potencial de la IA como herramienta educativa que puede ayudar a proveer de mayores recursos y una mayor flexibilidad y comodidad en la educación online, lo que puede enriquecer la educación en diversas modalidades (Pelletier *et al.*, 2023).

1.2. Objetivos de la investigación

Partiendo de este contexto, este trabajo profundiza en esta nueva realidad de la IA y su uso docente. Así, el objetivo general es realizar una propuesta de uso de la IA como herramienta docente para el diseño de actividades, que sea accesible y complemente el currículo de los educadores y evaluarla.

Este propósito parte de la premisa de que la introducción de la IA en nuestro mundo es un fenómeno imparable y que, en lugar de poner los esfuerzos en prohibir su uso, hay que situarlo en tratar de buscar la manera más adecuada de incorporarla de forma organizada en las aulas. Los objetivos específicos son: a) recopilar información acerca de posibles recursos de IA disponibles; b) seleccionar los más destacados y útiles para el uso educativo; c) diseñar una serie de situaciones de aprendizaje para distintos cursos y mismo contenido, de acuerdo a la normativa actual; d) evaluarlas mediante listas de cotejo y observación.

2. Método

Este trabajo se estructura en tres fases:

Fase a). Revisión y selección mediante búsquedas multifuente en internet y con estrategias de bola de nieve (Rodríguez, 1991). Así, a las fuentes tradicionales como plataformas y directorios académicos, se añadieron redes sociales, plataformas TIC o medios de comunicación. La amplitud de la búsqueda se justifica por lo novedoso de la temática y su llegada tardía y parcial aún al ámbito académico. Esta búsqueda comenzó el 1 de marzo y finalizó el 16 de abril de 2023.

Este proceso condujo a la recopilación de 23 herramientas (Vergara-González, & Carrillo-Rosúa, 2023). De estos se seleccionaron las dos herramientas que se entendieron más apropiadas según: mayor potencial para su uso educativo según los objetivos planteados, facilidad de uso y accesibilidad, destacando aquellos que fueran totalmente gratuitos.

Las IA seleccionadas finalmente fueron ChatGPT y Perplexity, especializadas en generación de texto. ChatGPT es una plataforma creada en 2022 y desarrollada por la compañía OpenAI que posee una interfaz sencilla, donde se pueden guardar y separar conversaciones de temáticas distintas. Cuenta con una versión gratuita, equipada con el software GPT-3.5, y una versión de pago, que cuenta con la versión avanzada GPT-4, cuyo lanzamiento fue durante el año 2023 (OpenAI, 2023). Se seleccionaron ambas versiones en este trabajo para su comparación. Por su parte, Perplexity cuenta con una interfaz similar, pero con conexión a internet, caracterizándose también por ser un asistente de búsqueda completamente gratuito (Perplexity, s. f.). Las tres plataformas cuentan con una limitación de caracteres, por lo que a veces deben dividir una respuesta en varios mensajes.

Fase b). Diseño de un protocolo de preguntas y aplicación de este a las herramientas de IA generativa seleccionadas.

Fase c). Análisis de las situaciones de aprendizaje generadas mediante la aplicación de dos listas de cotejo y una evaluación temática cualitativa mediante una categorización emergente.

2.1. Protocolo para el diseño de propuestas didácticas con ChatGPT y Perplexity

En la fase b) se diseñan una serie de preguntas y peticiones comunes a las dos IA: pautas y pasos a seguir en la enseñanza del bloque temático de la energía (asignatura de Física y Química, para los cursos 2.º y 4.º de Educación Secundaria Obligatoria ESO), uno de los más relevantes en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en un contexto educativo dado.

Para la obtención de las situaciones de aprendizaje para cada curso se siguieron los siguientes bloques temáticos de instrucciones:

- Bloque legislativo: se preguntará a la IA correspondiente la legislación en la que contextualizar la situación de aprendizaje (LOMLOE) o las competencias específicas a considerar. Este bloque será aplicado solo a la mitad de las situaciones para evaluar su influencia en los resultados.
- Bloque de metodologías y estrategias de enseñanza-aprendizaje: la metodología principal será procurada por el usuario o dejado a elegir por la IA según el caso. Las metodologías indicadas fueron unas de las más prometedoras en el ámbito de la didáctica de las ciencias (Taber, & Akpan, 2017): controversias sociocientíficas (Socio Scientific Issues) y enseñanza de las ciencias basada en la indagación (Inquiry Based Science Education, IBSE).
- Proyecto final: en la mitad de los casos se dará libertad a la IA de escoger un proyecto final y en otros se le indicará uno previamente establecido, con el fin de comparar la situación de aprendizaje con una situación realizada por la autoría de este trabajo.
- Valores y convivencia en el aula: se comprobará que se dé importancia a elementos como el papel del docente, aplicación a vida cotidiana, creatividad o trabajo en equipo.
- Estructuración y concreción de la situación: se harán preguntas adicionales para concretar aspectos que no queden claros con las preguntas previas, como ampliación de una secuenciación, responder a pautas DUA (Diseño Universal de Aprendizaje), evaluación detallada, etc.

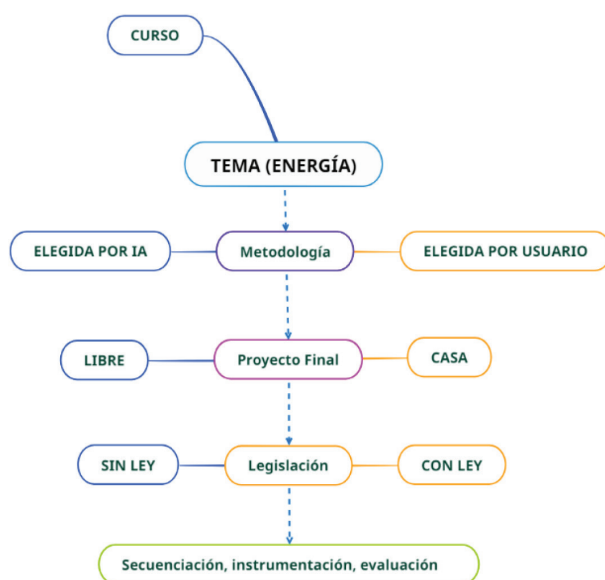
Esta serie de bloques se pedirán en orden y darán lugar a diversas casuísticas, que vienen reflejadas en la Figura 1. De cada IA se obtendrán 8 situaciones de aprendizaje por curso, lo que se traduce en 48 situaciones totales entre las tres plataformas (ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, Perplexity).

Se trabajará con una serie de textos plantilla, los llamados prompts en el lenguaje de programación (Sirit, 2023), con los que hacer cada petición y mantener una cierta uniformidad en la manera en la que se solicita la información. Para ello se ha creado un diagrama equivalente al anterior, pero extendido con cada acción concreta que se ha de llevar a cabo y en qué orden (Anexo I). A estas pautas se añadirán también preguntas adicionales para ampliar y concretar cada solicitud en caso de ser necesario a juicio de los investigadores (Anexo II).

2.2. Análisis de las propuestas didácticas generadas

La fase c) de análisis de las respuestas obtenidas consta de dos partes. En primer lugar, se emplearán dos listas de cotejo de evaluación con las que comparar los resultados de cada situación de aprendizaje.

Figura 1. Esquema de las posibles opciones de cada parte de la situación de aprendizaje que se plantee a las plataformas escogidas



La lista de cotejo principal consta de 27 preguntas modificadas (Junta de Andalucía, 2023), que se relacionan con distintos aspectos que se tienen en cuenta para evaluar la calidad de una situación de aprendizaje. Esta lista se aplica a todas las combinaciones generadas.

La lista de cotejo secundaria analizará la capacidad de seguir instrucciones concretas de las IA con respecto al proyecto final. Serán 12 nuevas preguntas, creadas *ad hoc* para este trabajo, que servirán para comparar las situaciones obtenidas con el proyecto final definido con la situación de aprendizaje creada previamente.

En la aplicación de ambas listas por parte de la autora del trabajo se ha establecido el siguiente criterio de puntuaciones resultantes para cada pregunta:

- 2 puntos - cumple la condición de la pregunta y destaca por su excelencia.
- 1 punto - cumple la condición.
- 0 puntos - no cumple completamente la condición, o la cumple con algunas carencias o imprecisiones.
- 1 punto - no cumple la condición.

Se convino también desestimar ligeramente la puntuación de las respuestas que implicaron más preguntas para responderse, evaluando también la efectividad de cada IA. Con este sistema, una situación podrá ser calificada como “buena” si tiene al menos 27 puntos con respecto a la tabla principal o 12 para la secundaria.

La segunda parte de la fase c) consistirá en un análisis más cualitativo, que resalte respuestas u observaciones relevantes que se hayan visto durante la lectura de cada situación. Consistirá en cotejar distintos factores que pudieran ser interesantes para todas las situaciones, agrupando y enumerando las veces que estas aparecen para cada IA, lo que puede servir para una posterior construcción más completa de análisis de este tipo.

3. Resultados y discusión

El resultado de la fase b) de esta investigación son 48 situaciones de aprendizaje generadas para las tres herramientas escogidas (ejemplo en Anexo III).

3.1. Aplicación de la lista de cotejo principal

En el Anexo IV se recogen los resultados de aplicar la lista de cotejo principal a las situaciones de aprendizaje generadas. A continuación, en la Tabla 1, se sintetizan los resultados generales de dicha aplicación.

Tabla 1. Resultados de puntuaciones obtenidas para cada situación de aprendizaje por curso, junto con la nota media resultante para cada IA y la media de solo las situaciones con contexto legislativo indicado

	2.º ESO			4.º ESO		
Situación \ IA	GPT3	GPT4	P	GPT3	GPT4	P
1	26	31	16	30	22	16
2	27	26	14	25	23	17
3	35	33	16	25	33	19
4	24	33	12	30	30	24
5	28	33	14	29	30	24
6	23	22	15	25	22	23
7	26	28	18	30	30	13
8	31	26	23	29	33	18
MEDIA	27.5	29	16	27.875	27.875	19.25
MEDIA LEGISL	26.25	26.75	16	27.25	27	20.5

Nota: Las situaciones pares son aquellas que tienen contexto legislativo definido. “GPT3”- Referencia a ChatGPT en su versión 3.5; “GPT4”- Referencia a ChatGPT en su versión de pago, con GPT-4; “P”- Referencia a Perplexity.

Observando la Tabla 1 puede verse claramente una ventaja de puntuación de las dos versiones de ChatPGT frente a las de Perplexity. La nota media máxima corresponde a GPT4 con 29 puntos, si bien la nota máxima absoluta la tiene GPT3 con 35 puntos. En ambos casos, se trata de buenas calificaciones.

La nota mínima corresponde a la de 12 puntos; esta y las siguientes notas más bajas son todas de Perplexity. En general, se observa un descenso de las puntuaciones medias al aplicar contexto legislativo para GPT, pero afecta en mucha menor medida o incluso afecta positivamente para Perplexity. Se puede decir, pues, que su desempeño más bajo es de carácter general, no debido a la inclusión de contexto legislativo.

Por su parte, las buenas valoraciones de GPT se encuentran también distribuidas entre varias preguntas (Anexo IV). GPT4 destaca por sus buenas puntuaciones en temas relacionados con la metodología e instrumentos de evaluación, así como creatividad, tendencia que se repite también en GPT3, si bien con una algo menor inventiva en metodología y evaluación.

Hay algunos aspectos en los que todas las situaciones de todas las IA tienen un buen desempeño. Destacan, sobre todo, la aplicación correcta de la metodología principal que les corresponde y el fomento de la metacognición y el razonamiento propio. También, responden de forma adecuada acerca del papel del docente en la situación. Se tiene en cuenta en todos los casos el trabajo en grupo y el debate colectivo, si bien esto hace que se peca de repetitividad en las estrategias utilizadas. Estas estrategias empleadas pueden ser difíciles de adaptar para cursos educativos más bajos, puesto que los estudiantes aprenden por primera vez a organizarse por equipos, expresar argumentos y debatir. Estos factores han hecho que algunas situaciones tengan una menor puntuación en las preguntas correspondientes. En un caso práctico, sin embargo, al aplicar estas situaciones su nivel de adecuación dependerá, sobre todo, de los contenidos impartidos, la longitud temporal de las sesiones y la dedicación y guía del propio docente. El razonamiento crítico y el trabajo en grupo son considerados pilares básicos de la enseñanza científica y son factores adecuados en la formación de una situación de aprendizaje (García-Carmona, 2023).

3.2. Aplicación de la lista de cotejo secundaria

En el Anexo IV están los resultados detallados de la aplicación de la lista de cotejo secundaria. Las situaciones de aprendizaje que hayan sido creadas con IA a las que se haya impuesto un proyecto final serán comparadas con una situación de aprendizaje de referencia. Se evalúan un total de 24 situaciones en este caso, obteniéndose las puntuaciones de la Tabla 2.

En este caso, el valor medio más alto lo tiene GPT3 tanto en la media general como en la de situaciones con legislación, así como la nota absoluta máxima, de 15 puntos. Se trata de la misma situación que tuvo la mayor nota en el análisis de la tabla principal. De igual manera, a esta nota le siguen situaciones de GPT3 y GPT4, que son también buenas, lo que refuerza el buen desempeño observado en la parte anterior. Es razonable afirmar, por tanto, que las situaciones cumplieron con las expectativas de una situación de aprendizaje manual.

El patrón de mejores y peores respuestas en este caso es similar al del análisis anterior. GPT3 y GPT4 destacan en la evaluación completa con rúbricas, y todas las IA coinciden en tener situaciones con muy buena puntuación en la valoración del trabajo en equipo y relación de la actividad con la vida cotidiana. Perplexity, por su parte, cuenta con los valores más bajos de notas medias y absolutas.

Tabla 2. Resultados de puntuaciones obtenidas para las situaciones de aprendizaje con proyecto final definido, junto con la nota media resultante para cada IA y la media de solo las situaciones con contexto legislativo incluido

Situación \ IA	2.º ESO			4.º ESO		
	GPT3	GPT4	P	GPT3	GPT4	P
3	15	14	7	12	11	7
4	14	9	7	14	12	6
7	11	14	12	10	13	10
8	12	14	13	12	12	8
MEDIA	13	12.75	9.75	12	12	7.75
MEDIA LEGISL	13	11.5	10	13	12	7

3.3. Análisis temático cualitativo

En este análisis se dilucidan las temáticas principales empleadas por cada IA. Esto hace referencia al concepto o argumento principal que la IA menciona en el título, proyecto final y descripción de saberes básicos, el tema que se trabaja en el desarrollo de la práctica.

Los resultados de la categorización de las temáticas más usuales de aquellas situaciones con libertad de escoger proyecto final (24 en total, 8 por cada IA) aparecen en la Figura 2.

Todas las IA coinciden en darle mucha relevancia a las formas y las fuentes de energía. Es un buen argumento, puesto que ofrece una gran flexibilidad a la hora de dividir conceptos por grupos o actividades y reúne buena parte de los saberes básicos requeridos (MEFP, s. f.).

La IA que más variedad de temáticas ofrece es Perplexity, lo que es una buena cualidad a destacar. Incluyó argumentos originales como la huella de carbono o la construcción de un dispositivo que transforma energía mecánica en eléctrica.

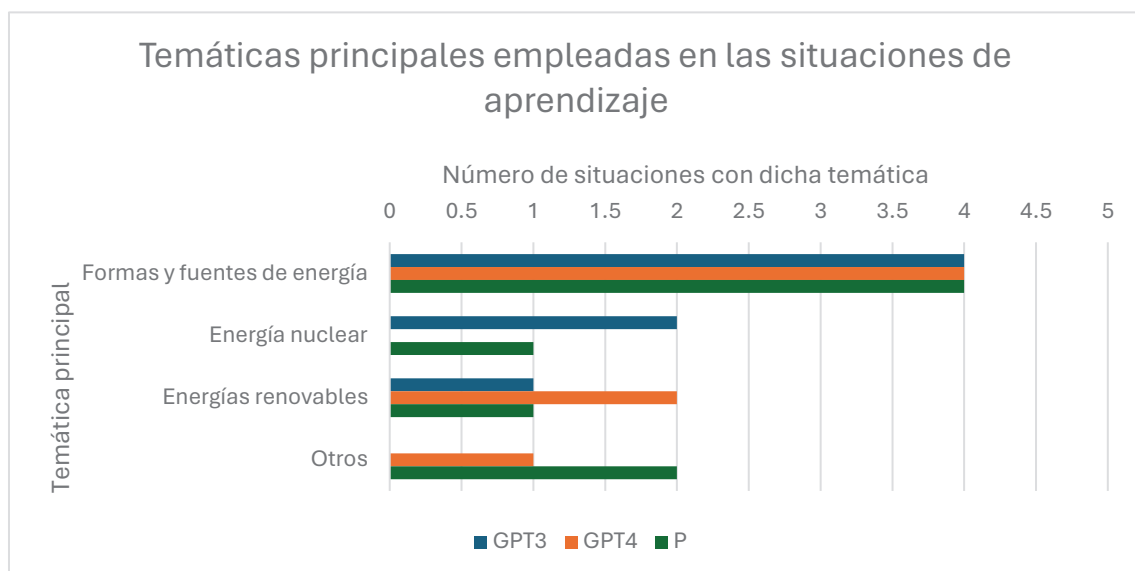
Por su parte, GPT4 emplea la temática del impacto socioambiental de las personas (en un enfoque más profundo que las energías renovables). GPT3 no cuenta con ninguna temática que no se repita en los demás casos, pero ofrece también desarrollos adecuados. La energía nuclear y las energías renovables son temas adecuados para la metodología de controversias sociocientíficas; son temas que pueden resultar interesantes para el estudiantado puesto que tienen relación directa con sus vidas, se relacionan con el desarrollo de la física y la química en la actualidad (García-Carmona, 2023) y pueden verlas mencionadas en su entorno cotidiano.

En segundo lugar, se evalúan las metodologías escogidas para estas situaciones de aprendizaje (de la 5 a la 8) por las IA. Los resultados, aplicables a 24 situaciones de aprendizaje, se muestran en la Figura 3.

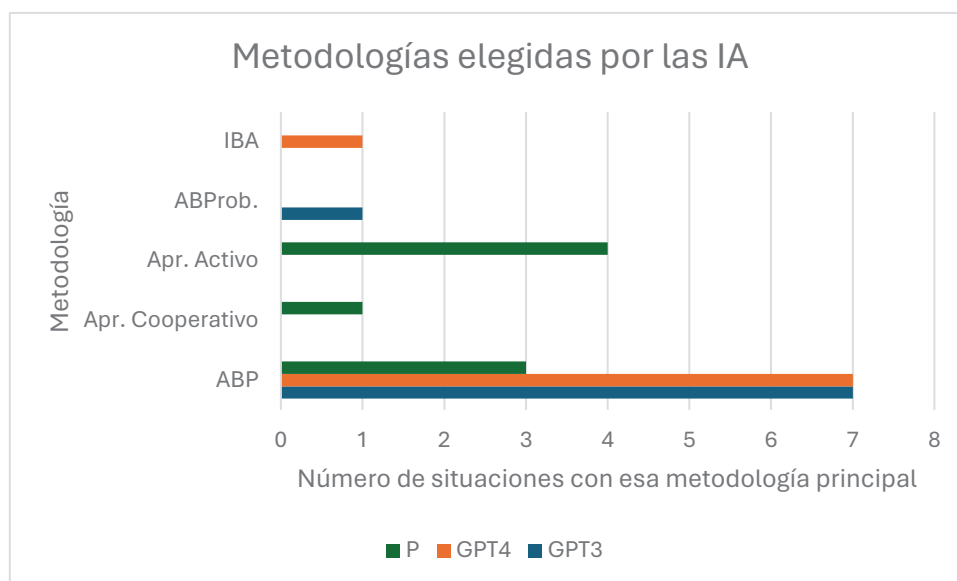
En este caso, la metodología preferida con gran diferencia para las dos versiones de ChatGPT es el ABP. Aparte, GPT3 propone la metodología de ABProb. para una situación, lo que le da un enfoque más técnico y menos experimental, al ser una metodología basada en problemas y no en proyectos o experimentos. GPT4 utiliza la metodología que denomina IBA, que se puede interpretar como una metodología equivalente a IBSE. Perplexity, por su parte, cuenta con más originalidad a la hora de elegir metodologías, si bien tiende a definir las de forma parecida en sus respuestas.

Si se pregunta a cada IA por qué escogió las metodologías descritas en la Figura 3, las respuestas que se han obtenido han sido diversas, pero, en todos los casos, los argumentos que defiende cada metodología parecen tener denominadores comunes, como el trabajo en equipo, la relación con la vida cotidiana y el desarrollo de habilidades. Todas son metodologías compatibles con las situaciones creadas, siempre y cuando tengan un enfoque adecuado; además, las IA las combinan con otras modalidades en la secuenciación de actividades. La gran

Figura 2. Histograma de frecuencias de las temáticas encontradas según las IA empleadas en este estudio



IBA = Indagación Basada en el Aprendizaje, ABProb= Aprendizaje Basado en Problemas, Apr. Activo = Aprendizaje Activo, Apr. Cooperativo= Aprendizaje Cooperativo, ABP= Aprendizaje Basado en Proyectos.

Figura 3. Histograma de frecuencias de metodologías seleccionadas por cada una de las IA del estudio

fijación con ABP puede deberse también a que es una metodología bastante sugerida para la enseñanza de las ciencias (e. g. Han *et al.*, 2014; Bautista Vallejo, 2017), pero sobre todo por la abundancia de información tanto profesional educativa como académica (e. g. Kokotsaki *et al.*, 2016; Chen, & Yang, 2019). Además, hay muchos estudios que ponen en valor sus bondades para todas las áreas de conocimiento, además de las ciencias o del ámbito STEM y en todos los niveles educativos, desde Educación Infantil a la Universidad (Kokotsaki *et al.*, 2016; Almulla, 2020; Guo *et al.*, 2020). No obstante, cabe reseñar que otras metodologías similares centradas en el aprendizaje del estudiante como puede ser Aprendizaje Basado en Problemas o Aprendizaje basado en el estudio de casos tienen ventajas similares en aspectos tan relevantes como la mejora de la motivación del estudiante (Wijnia *et al.*, 2024). Así pues, las bases de datos de donde bebe la IA pueden tener tal vez más información y de más calidad acerca de esta metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos.

En tercer lugar, analiza la duración, en número de sesiones, de las situaciones de aprendizaje. En este caso entraban en juego todas las 48 situaciones, cuyo resultado se muestra en la Figura 4.

Las situaciones de aprendizaje de GPT suelen presentar más elaboración y más tiempo dedicado a procesos como búsqueda de información y elaboración de presentaciones. La correcta distribución de los tiempos es un factor importante a la hora de hacer una situación de aprendizaje, puesto que se ha de contar con posibles imprevistos o retrasos que conlleve el enseñar y monitorear grupos numerosos de estudiantes.

En general, salvo algún caso de GPT3 que llega a sugerir una duración de 8/9 sesiones, el resto de las situaciones se mantienen dentro de un rango de entre 3 a 5 sesiones de duración; la deducción de todas las IA parece aceptable para el contenido impartido.

Por último, se revisa la inclusión (o no) de ciertos factores que pueden ser importantes en la creación de la situación de aprendizaje: marcan el nivel de originalidad, diversidad de metodología y aspectos de los que se componen (Figura 5).

METOD = El docente explica la metodología principal a los estudiantes en la secuenciación de actividades, GRUPOS = Se detalló la organización de los grupos en la secuenciación, LL. IDEAS = se realizó una actividad de lluvia de ideas o *brainstorming* al comienzo de la secuenciación para observar ideas previas, LAB = se incluyó la realización de actividades experimentales en la secuenciación, CREAT= se valoró como un criterio de evaluación la creatividad de los estudiantes.

Para interpretar mejor la figura, se ha de saber que se analizan todas las situaciones de aprendizaje (16 para cada IA), representándose en la gráfica las veces en las que una condición se tuvo en cuenta.

Se observa que la categoría “METODO” (el docente explica la metodología principal a los estudiantes en la secuenciación de actividades) cuenta con una cantidad limitada de frecuencia, con una máxima aparición del 25 % de las situaciones en el caso de GPT4. Es importante que los propios estudiantes sepan qué tipo de actividades van a hacer, favoreciendo la organización de los grupos y su seguimiento.

Teniendo en cuenta que el número máximo de cada columna de cada IA es 16, las frecuencias resultantes no son muy satisfactorias, con una máxima aparición del 25 % de las situaciones en el caso de GPT4.

Figura 4. Histograma de frecuencias del n.º de sesiones de las que se componen las situaciones de aprendizaje de cada IA

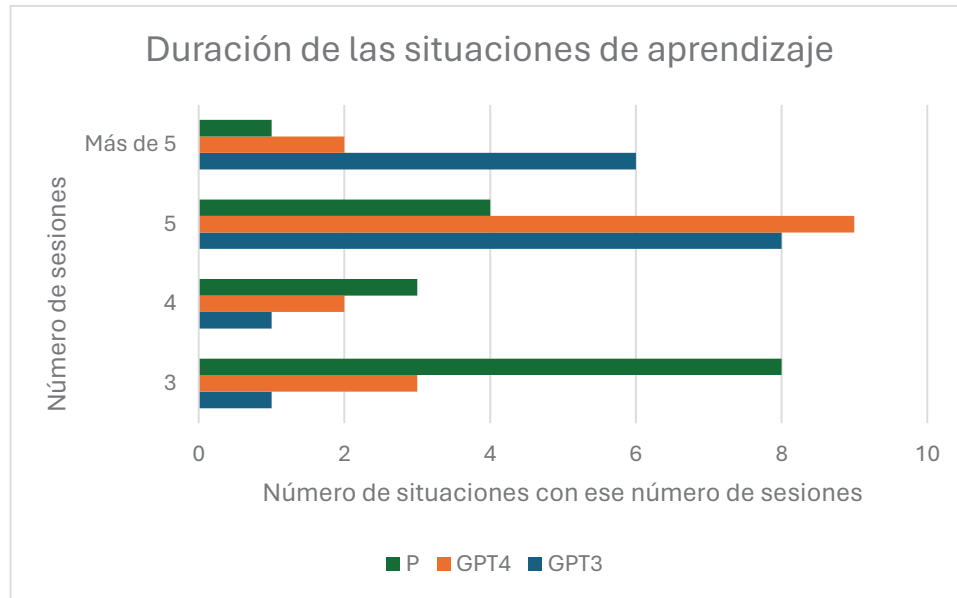
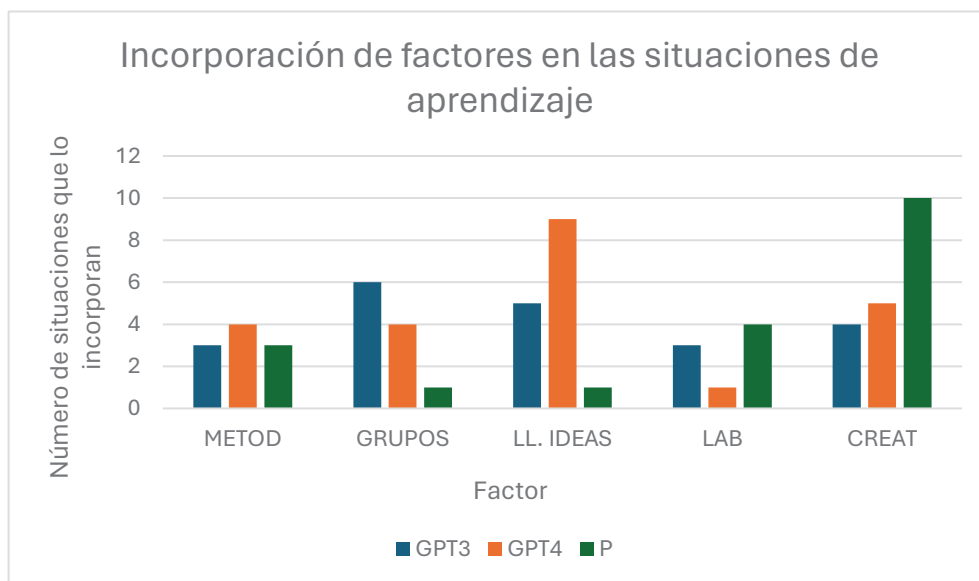


Figura 5. Representación de la frecuencia con la que se incorporaron diversos aspectos en las situaciones de aprendizaje de cada IA



El factor GRUPOS (se detalló la organización de los grupos en la secuenciación) tampoco es muy abundante, presente como máximo el 38 % de las veces en GPT3, que desciende hasta el 6 % en Perplexity. Las IA no describen explícitamente el tipo y el carácter de las agrupaciones que proponen, por lo que se recomienda indicarlo si se busca expresamente.

En el caso de LLUVIA DE IDEAS (se realizó una actividad de lluvia de ideas o *brainstorming* al comienzo de la secuenciación para observar ideas previas), GPT4 presenta una proporción bastante elevada (56 %) de presencia en sus situaciones, destacando claramente sobre los demás, viendo el mayor defecto de esta característica en Perplexity.

Si bien no es la intención principal, es original que se incorporen actividades de laboratorio en las situaciones de aprendizaje y pueden enriquecer el conocimiento del bloque temático de energía. En este caso se encuentra más veces en Perplexity con un porcentaje del 25 %, no demasiado alto. En adición a esta baja frecuencia, se

ha observado también una mala organización temporal de estas actividades, dándoles demasiado poco tiempo para realizarse. Suelen incluir muy poca concreción también, sin incluir ejemplos de experimentos o procedimientos a realizar, que deberían solicitarse específicamente.

Por último, se encuentra CREATIVIDAD (se valoró como un criterio de evaluación la creatividad de los estudiantes), que indica las veces en las que la creatividad ha sido valorada en la evaluación. En algunas situaciones, por cómo elabora la IA el proyecto final, este factor no procede, pero los resultados observados son, en su mayoría, compatibles con la inclusión de este criterio (por ejemplo, ya solo las situaciones que incluyen proyecto final contienen un factor de creatividad inherente en la creación de las “casas inteligentes”).

Sorprendentemente, Perplexity tiene una gran capacidad para valorar este factor (con un 63 % de presencia), colocándose, tras este y los análisis anteriores, en una IA con bastante buena inventiva. ChatGPT solo alcanza a llegar al 25 % en sus dos versiones, pero en muchos de esos casos no realiza solo una mera mención, sino que incluye la creatividad en sus rúbricas, como en dos de las situaciones de 4.º de ESO.

4. Conclusiones

Haciendo acopio de las observaciones concretas identificadas se puede llegar a algunas conclusiones generales con respecto a cada herramienta.

Empezando por ChatGPT, no hubo diferencias relevantes entre las dos versiones. Es cierto que GPT4 muestra un mejor desempeño en originalidad y metodología, pero quizás, en un contexto de recursos limitados, no es una diferencia tan grande en conjunto como para sacrificar la gratuidad de GPT3. El hecho de que no sean tan distantes, y que GPT3 sea mucho más accesible a cualquier docente que lo desee, hace que esta sea una excelente elección como IA.

En contraparte, Perplexity parece no ser una buena opción respecto a creación de situaciones completas, puesto que requiere especificar aspectos considerados por defecto en GPT y es más susceptible a problemas de entendimiento de las preguntas. Sin embargo, ha demostrado tener originalidad y valorar la creatividad y la experimentación, por lo que es una buena herramienta de creación de actividades y enfoques de argumentos. También se ha visto una mejora de rendimiento tras cada conversación, siendo más fácil obtener lo pedido.

Todas las IA cuentan con una serie de características comunes. La limitación de caracteres es común a todas, lo que explica una duración temporal parecida entre plataformas y la tendencia a condensar las actividades en poco tiempo. Sin embargo, todas intentan cumplir con las condiciones impuestas dentro de los márgenes lógicos. Cuentan, por tanto, con un cierto sentido común acerca de cómo conviene actuar en un contexto educativo. No se puede decir que se repetirán siempre los mismos detalles, porque cada respuesta será distinta, pero sí puede confirmarse la presencia de unos principios válidos comunes, como importancia del docente como un guía del estudiantado, organización de una clase por grupos, fomento de la discusión, etc.

Puede concluirse de este trabajo que las IA seleccionadas son buen apoyo para el diseño de propuestas didácticas, con capacidad de mejora a través de formulaciones de más preguntas y con flexibilidad para adaptarse a las peticiones del docente.

Como línea de trabajo futuro, se puede mencionar la replicación del diseño de situaciones de aprendizaje con exigencias añadidas o la realización de un análisis con otros indicadores referidos, por ejemplo, a análisis competencial; o, incluso, añadir nuevas IA. Este trabajo puede ser un buen punto de partida para posteriores estudios acerca de la incorporación educativa de esta herramienta tan novedosa, de la que se quiere que traiga consigo mejoras educativas en el futuro.

5. Financiación

Proyecto TED2021-129474B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

6. Referencias bibliográficas

Almulla, M. A. (2020). The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning. *Sage Open*, 10(3). <https://doi.org/10.1177/2158244020938702>

- Armero, R. (2022). *Imágenes generadas por IA causan opiniones divididas entre artistas y aficionados*. Bussiness Insider México. https://businessinsider.mx/imagenes-generadas-ia-opiniones-divididas_tecnologia/
- Ayuso del Puerto, D., & Gutiérrez Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-362. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Bautista-Vallejo, J. M., Espigares-Pinazo, M. J., & Hernández-Carrera, R. M. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ante el reto de una nueva enseñanza de las ciencias. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 10(3), 43-60.
- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>
- Comisión Europea, Dirección General de Educación, Juventud, Deporte y Cultura (2022). *Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2766/898>
- Del Rosario, L. (16 de abril de 2023). La inteligencia artificial reta a la universidad: «No es plagio, pero el trabajo no es tuyo». *Canarias7*. <https://www.canarias7.es/sociedad/educacion/inteligencia-artificial-reta-universidad-plagio-trabajo-tuyo-20230416183852-nt.html>
- Elgersma, C. (6 de marzo de 2024). *Here's what educators can do as artificial intelligence evolves*. Common sense education. <https://www.common sense.org/education/articles/chatgpt-and-beyond-how-to-handle-ai-in-schools>
- Erduran, S. (2023). AI is transforming how science is done. Science education must reflect this change. *Science*, 382, 6677. <https://doi.org/10.1126/science.adm9788>
- Eroski Consumer (1 de mayo de 2023). *Cómo la inteligencia artificial puede generar noticias falsas*. Eroski Consumer. <https://revista.consumer.es/portada/actualidad/como-la-inteligencia-artificial-puede-generar-noticias-falsas.html>
- Fu Lee, K. (7 de octubre de 2020). *Cómo la inteligencia artificial ayudará a los profesores*. Kai-Fu Lee, experto en IA. [Vídeo]. BBVA Aprendemos juntos. <https://aprendemosjuntos.bbva.com/especial/como-la-inteligencia-artificial-ayudara-a-los-profesores-kai-fu-lee/>
- García-Carmona, A. (2023). Diseño de situaciones de aprendizaje en física y química conforme a la LOMLOE. Ápice. *Revista de Educación Científica*, 7(1). <https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9436h>
- Gonzalo de Alba, Á. (06 de enero de 2019). *La evolución de la inteligencia artificial en las últimas décadas*. Planeta ChatBot. <https://planetachatbot.com/evolucion-de-inteligencia-artificial-en-ultimas-decadas/>
- Granda Dávila, M. F., Muncha Cofre, I. J., Guamanquispe Rosero, F. V., & Jácome Noroña, J. H. (2024). Inteligencia Artificial: Ventajas y desventajas de su uso en el proceso de enseñanza aprendizaje. *MENTOR Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 3(7), 202-224. <https://doi.org/10.56200/mried.v3i7.7081>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hamilton, I. (5 de diciembre de 2023). *Artificial Intelligence In Education: Teachers' Opinions On AI In The Classroom*. Forbes advisor. <https://www.forbes.com/advisor/education/it-and-tech/artificial-intelligence-in-school/>
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: the impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13, 1089-1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Junta de Andalucía, Consejería de Desarrollo Educativo y Formación Profesional (2023). *Curso de Diseño de Situaciones de Aprendizaje para Educación Secundaria 2023*. Contenido adaptado y ampliado por Sánchez Guadix, M. A. Universidad de Granada.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Lambert, K. (s. f.). *Could AI replace our teachers?* Education World. <https://www.educationworld.com/could-artificial-intelligence-replace-our-teachers>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional –MEFP– (s. f.). *Competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos: de primer a tercer curso*. Educagob Portal del Sistema Educativo Español. <https://educagob.educacionyfp.gob.es/curriculo/curriculo-lomloe/menu-curriculos-basicos/ed-secundaria-obligatoria/materias/fisica-quimica/criterios-eval-primer-tercer-curso.html>

- Mollo-Torrico, J. P., Lázaro-Cari, R. R., & Crespo-Albares, R. (2023). Implementación de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación para la Educación Superior: Revisión Sistemática. *Revista Científica Ciencia y Sociedad*, 3(1), 16-30.
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 7(14), 260-270. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Oliver, D. (17 de noviembre de 2023). *Los docentes toman las riendas de la inteligencia artificial*. El País. <https://elpais.com/educacion/2023-11-17/los-docentes-toman-las-riendas-de-la-inteligencia-artificial.html#>
- OpenAI (2023). *Chat GPT*. <https://chat.openai.com/>
- Pelletier, K., Robert, J., Muscanell, N., McCormack, M., Reeves, J., Reeves, J., Arbino, N., Grajek, S., Birdwell, W. T., Liu, D., Mandernach, J., Moore, A., Porcaro, A., Rutledge, R., & Zimmern, J. (2023). *2023 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition*. EDUCAUSE23. LearnTechLib. <https://www.learntechlib.org/p/222401/>
- Pérez, J. D. (s. f.). *Tribu de Profes*. <https://tribudeprofes.com/>
- Perplexity. (s. f.). *Perplexity*. <https://www.perplexity.ai/>
- Rodríguez, J. (1991). *Métodos de muestreo*. CIS.
- Rodríguez Martínez, M. (28 de febrero de 2023). *Comienza una revolución: la inteligencia artificial alcanza la vida cotidiana*. Euronews. <https://es.euronews.com/2023/02/28/ante-el-inicio-de-una-revolucion-la-inteligencia-artificial-alcanza-la-vida-cotidiana>
- Sirit, A. (10 de abril de 2023). *Qué es el Prompting y cómo se usa para la Inteligencia Artificial*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/que-es-el-prompting-y-como-se-usa-para-la-artificial-alejandro-sirit/?originalSubdomain=es>
- Taber, K. S., & Akpan, B. (Eds.). (2017). *Science education: An international course companion*. Sense Publisher
- Unesco (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. *UNESDOC Biblioteca Digital*, SHS/BIO/PI/2021/1. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa.locale=es
- Unesco (2023a). *La inteligencia artificial en la educación. Aprendizaje digital y transformación de la educación*. Unesco.org. <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>
- Unesco (2023b). Currículos de IA para la enseñanza preescolar, primaria y secundaria: un mapeo de los currículos de IA aprobados por los gobiernos. *UNESDOC Biblioteca Digital*, ED-2022/FLI-ICT/K-12 REV. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_spa.locale=es
- Vergara-González, R. M., & Carrillo-Rosúa, J. (2023). Uso de Inteligencia Artificial para diseñar propuestas didácticas de Física y Química en Educación Secundaria. En REDINE (Ed.), *Conference Proceedings CIVINEDU 2023* (pp. 125-131). Redine. <https://doi.org/10.58909/ad23314866>
- Vergara-González, R. M., & Carrillo-Rosúa, J. (2024). *Inteligencia Artificial: creando material didáctico para Física y Química de la ESO*. Figshare. Dataset <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25514572.v2>
- Wemyss, M. (15 de agosto de 2023). *Finding the Right Balance: Reflections on Writing a School AI Policy*. Wordpress. <https://matthewwemyss.wordpress.com/2023/08/15/writing-a-school-ai-policy/>
- Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M. J. P., & Loyens, S. M. M. (2024). The Effects of Problem-Based, Project-Based, and Case-Based Learning on Students' Motivation: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 36, 29. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3>
- Williamson, S. M., & Prybutok, V. (2024). The Era of Artificial Intelligence Deception: Unraveling the Complexities of False Realities and Emerging Threats of Misinformation. *Information*, 15(6), 299. <https://doi.org/10.3390/info15060299>

7. Anexos

Anexo I: Diagrama extenso de prompts y situaciones de aprendizaje numeradas

Anexo II: Texto de entrada para la obtención de situaciones de aprendizaje con ChatGPT y Perplexity

Anexo III: Ejemplo de situación de aprendizaje elaborada con ChatGPT v3.5

Anexo IV: Tablas de análisis cuantitativo

Todos los anexos, a modo de material suplementario, se encuentran en:

Vergara-González, R., & Carrillo-Rosúa, J. (2024). *Inteligencia Artificial: creando material didáctico para Física y Química de la ESO*. Figshare. Dataset <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25514572.v2>.