

El uso de la Inteligencia Artificial en el diseño de Trabajos Prácticos Experimentales de Física para escuelas de nivel secundario

The use of Artificial Intelligence in the design of Physics Experimental Practical Work for secondary schools

Erica Gabriela Zorrilla¹, Claudia Alejandra Mazzitelli²

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) e Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan (IIECE-UNSJ) ericagabriela@gmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) e Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales, Universidad Nacional de San Juan (IIECE-UNSJ) mazzitel@ffha.unsj.edu.ar

Recibido: 29/4/2025

Aceptado: 8/4/2026

Copyright ©

Facultad de CC. de la Educación y Deporte.
Universidad de Vigo



Dirección de contacto:

Erika Gabriela Zorrilla
Universidad Nacional de San Juan
Av. Ignacio de la Roza 230 (oeste)
San Juan (Argentina)

Resumen

Los Trabajos Prácticos Experimentales constituyen un recurso fundamental para la integración de la teoría y la práctica; sin embargo, su implementación enfrenta diversos desafíos, especialmente en entornos educativos con recursos limitados. En este contexto, la Inteligencia Artificial podría desempeñar un papel clave en el enriquecimiento de las propuestas de estas actividades. El objetivo principal de esta investigación es comparar la capacidad de dos sistemas de Inteligencia Artificial, ChatGPT y DeepSeek, para generar Trabajos Prácticos Experimentales para el nivel de Educación Secundaria que articulen de manera coherente los objetivos de aprendizaje, los procedimientos experimentales y las preguntas de análisis que promuevan la discusión conceptual. Se diseñó un método de trabajo sistemático –que involucra varios criterios– que permite una comparación rigurosa de los resultados obtenidos. Los hallazgos evidencian que, si bien ChatGPT y DeepSeek presentan fortalezas y debilidades en distintos aspectos evaluados, la optimización de su uso en el diseño de Trabajos Prácticos Experimentales requiere necesariamente de la intervención docente. Esta participación es fundamental para ajustar los aspectos en los que estos sistemas presentan limitaciones y garantizar que la actividad experimental favorezca de manera efectiva los objetivos de aprendizaje.

Palabras clave

Ciencias Naturales, Trabajos Prácticos Experimentales, Inteligencia Artificial

Abstract

Experimental Practical Work constitutes a fundamental resource for integrating theory and practice; however, its implementation faces several challenges, especially in educational settings with limited resources. In this context, Artificial Intelligence could play a key role in enriching proposals for these activities. The main objective of this research is to compare the capacity of two Artificial Intelligence systems,

ChatGPT and DeepSeek, to generate Experimental Practical Work for the secondary education level that coherently articulates learning objectives, experimental procedures, and analysis questions that promote conceptual discussion. A systematic working method was designed—based on several criteria—to allow for a rigorous comparison of the results obtained. The findings show that while ChatGPT and DeepSeek exhibit strengths and weaknesses in various evaluated aspects, optimizing their use in Experimental Practical Work design necessarily requires teacher intervention. This involvement is essential to address the limitations of these systems and ensure that experimental activities effectively support learning objectives.

Key Words

Natural Sciences, Experimental Practical Work, Artificial Intelligence

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo plantea como problema central la incorporación de sistemas de inteligencia artificial (IA) para el diseño de Trabajos Prácticos Experimentales (TPE) en la enseñanza de las Ciencias Naturales, particularmente en el área de la Física. Los TPE permiten la integración de la teoría y la práctica, lo que resulta esencial para la enseñanza de ciencias experimentales, pero el uso efectivo de estas actividades se enfrenta a diversos desafíos. Uno de los problemas para el desarrollo de los TPE lo constituyen los entornos educativos con recursos limitados. Así, el uso de materiales cotidianos y el apoyo de la IA podrían contribuir a superar este problema, siempre que se atienda a las imprecisiones y ambigüedades que, de lo contrario, dificultarían el logro de aprendizajes significativos. Los antecedentes del estudio se fundamentan en investigaciones previas que destacan la relevancia de los TPE en la educación científica (López Rúa y Tamayo Alzate, 2012; Espinosa Ríos et al., 2016; Marín Quintero, 2021; Zorrilla et al., 2022) y en la creciente integración de la IA en procesos educativos (Bello y Martínez, 2023; Salmerón Moreira et al., 2023; Vergara y Carrillo, 2023; Falcón, 2024; Cordero-Monzón, 2024). Sin embargo, cabe destacar que no se han detectado investigaciones que vinculen específicamente la incorporación de sistemas de IA en el diseño de prácticas experimentales escolares, lo cual respalda la necesidad de analizar su aplicabilidad y eficacia en el diseño de este tipo de actividades y reflexionar sobre posibles criterios para optimizar su uso.

Así, el objetivo principal de esta investigación es comparar la capacidad de dos sistemas de IA, ChatGPT y Deep Seek, para diseñar TPE que integren de manera coherente objetivos de aprendizaje, procedimientos experimentales y preguntas de análisis que favorezcan la discusión conceptual.

La organización general del artículo se estructura en una introducción que expone el planteamiento del problema y sus antecedentes teóricos; una sección metodológica que detalla el proceso de selección y refinamiento de los prompts, así como la comparación de los TPE diseñados por cada sistema de IA; y, finalmente, se presentan los resultados, las reflexiones críticas sobre las fortalezas y debilidades identificadas, y las conclusiones que ofrecen recomendaciones para la implementación docente y futuras investigaciones en el área.

2. REFERENTE TEÓRICO

Para la enseñanza de las Ciencias Naturales es muy importante el aporte de los TPE (Caamaño, 2004; Carrascosa et al., 2006; Zorrilla, 2019; Lorenzo, 2020) por ser actividades que permiten integrar conocimientos teóricos y prácticos. Existen diferentes denominaciones para los mismos (Zorrilla y Mazzitelli, 2024), pero en todos los casos son recursos didácticos que incluyen principalmente actividades experimentales, que además de fundamentarse en modelos teóricos de las Ciencias Naturales, apuntan a desarrollar destrezas y habilidades de manipulación de instrumentos y objetos, de observación, de registro y de comunicación (Jalil, 2006). A su vez, también impulsan el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas complejos (Tenreiro-Vieira y Marques-Vieira, 2006).

Si bien los TPE pueden tener variaciones según las características del grupo de estudiantes con el que se vaya a trabajar, para su diseño se considera de importancia situarse en un modelo didáctico que se centra en los estudiantes (Zorrilla y Mazzitelli, 2024). A su vez, también es importante destacar que en este tipo de recursos, la teoría y la práctica deben estar estrecha e intencionalmente vinculadas y los objetivos planteados deben estar en coherencia con la metodología de trabajo (Pereira y Suárez, 2024).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, algunos autores (Aponte Rojas et al., 2013) concluyen que los TPE se consideran recursos irremplazables para la educación científica, por lo que se sugiere explotar su potencial incorporando en su diseño otro tipo de recursos, obteniendo así un instrumento más potente y complejo para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Por ejemplo, pueden incorporarse situaciones problemáticas de lápiz y papel (vinculadas con la actividad experimental), simulaciones, preguntas de reflexión metacognitivas, entre otros. Una posibilidad que se abre con el creciente desarrollo de los recursos digitales es la aplicación de algún sistema de Inteligencia Artificial (IA).

Si bien la Inteligencia Artificial (IA) se ha popularizado recientemente, expandiéndose a diferentes aspectos de la vida cotidiana, haciendo un recorrido histórico puede observarse que desde los años 50 se había comenzado a investigar sobre ella (Román Graván et al., 2023). Actualmente, dentro de las herramientas de IA se encuentran Chat GPT y DeepSeek. Ambos están disponibles de manera sencilla y tienen ciertas similitudes en su uso. Por un lado, Chat GPT es un modelo de lenguaje de Inteligencia Artificial (IA) desarrollado por OpenAI que se ha entrenado para responder a preguntas en un estilo conversacional similar al humano. Chat GPT procesa grandes volúmenes de información y datos de internet, emulando el lenguaje natural transferido a la escritura, y de esta forma genera respuestas a sus usuarios a través de modelos de predicción por patrones de comunicación (Deleón Villagrán, 2023). Por otro lado, DeepSeek, desarrollado por la empresa homóloga, es una opción de tecnología de código abierto. Al igual que Chat GPT, tiene un estilo conversacional basado en el de un humano y explica por qué generó una respuesta, aunque su uso no está tan extendido como el de Chat GPT.

La comunicación con los sistemas de IA suele iniciarse a partir de un prompt, que no es más que una instrucción o conjunto de instrucciones que se proporciona para guiar la respuesta. Puede ser una pregunta, una descripción, un comando o incluso un conjunto de ejemplos que ayudan a especificar el tipo de salida deseada. Algunos autores resaltan la importancia de crear prompts específicos a fin de obtener resultados más precisos en la conversación (Morales Chan, 2023). A fin de poder obtener una respuesta lo más precisa

y útil, es importante considerar la estructura del prompt así como también el tipo de información que se incluye. Así, para mejorar la precisión de la respuesta se deben presentar las instrucciones de forma clara, coherente y concreta. Con respecto al tipo de información, cabe destacar que la cantidad y lo acotado de los detalles brindados en el prompt influyen en la calidad del resultado. Si el prompt es demasiado amplio o general, la respuesta puede ser imprecisa; pero si es demasiado específico, también puede limitar la utilidad de las respuestas brindadas por el modelo. En general podría ser de utilidad incluir palabras clave, contexto relevante y las expectativas esperadas para obtener mejores resultados.

El impacto ya mencionado de la IA se ha propagado también al ámbito escolar y ofrece múltiples posibilidades a directivos, docentes y estudiantes, por ejemplo, a través de la integración de ChatGPT en programas como Microsoft Office, optimizando así algunas tareas educativas (Arana, 2021; Forero-Corba y Negre-Bennásar, 2024). Así también, las aplicaciones de la IA a la educación permiten mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Fajardo-Aguilar et al., 2023). Sin embargo, es importante destacar que el uso de la IA en la educación también implica ciertos riesgos. En este sentido Sanabria-Navarro et al. (2023) plantean que aún la IA no logra promover objetivos claros de aprendizaje. En este sentido, una de las principales ventajas de las IA, puede ser también una debilidad: el gran potencial vinculado con su uso ubicuo, ya sea desde un teléfono móvil, tablet o cualquier computadora, podría estar dificultando en los usuarios (ya sean docentes o estudiantes) un pensamiento reflexivo sobre la información proporcionada (Román-Graván et al, 2024).

Atendiendo a lo antes expuesto, en este artículo se analiza el uso de la IA para el diseño de TPE de Física, a fin de proponer recomendaciones basándose en criterios que hay que tener en cuenta para optimizar su uso y contribuir a la formación y la práctica docente.

3. METODOLOGÍA

Como ya se adelantó, en este trabajo se comparan los resultados obtenidos con diferentes sistemas de inteligencia artificial para el diseño de trabajos prácticos experimentales en el área de Física para el nivel secundario. Para este estudio los sistemas seleccionados son Chat GPT y Deep Seek.

A fin de acotar los posibles contenidos disciplinares, se propuso el diseño de TPE que se refiera a Movimiento Circular Uniforme (MCU) e Hidrostática. Esta decisión está basada en que, en trabajos anteriores, se detectó que de un grupo de temáticas de Mecánica Clásica, Movimiento Circular es la que presentaba mayores dificultades para el diseño de un TPE por parte de una IA, mientras que para Hidrostática se detectan menos dificultades. Cabe destacar que cada TPE propuesto por los sistemas de IA, además de contar con un procedimiento experimental específico, deberá detallar qué objetivos de aprendizaje pueden lograrse a través de la aplicación de la actividad experimental propuesta; qué preguntas de análisis pueden realizarse a fin de favorecer la discusión conceptual del tema involucrado en la actividad sugerida; qué conclusiones se espera que los estudiantes puedan abordar con la realización de esta actividad. A su vez, considerando la particularidad de que algunos establecimientos educativos no cuentan con espacios físicos destinados exclusivamente a actividades experimentales o no tienen

acceso a materiales de laboratorio, las propuestas deberán poder realizarse exclusivamente con materiales cotidianos de fácil acceso y en un aula.

A partir de estas decisiones, se comenzó buscando el prompt más efectivo para cada uno de los sistemas y luego se compararon las respuestas obtenidas. Es importante destacar que, a fin de evitar sesgos, se ha desarrollado un método de trabajo sistemático que permita una óptima comparación de los resultados obtenidos. Para esto, se siguió el siguiente esquema de trabajo con cada uno de los sistemas de inteligencia artificial:

a) *Elección y refinamiento del prompt*: partiendo del siguiente prompt genérico: “Plantea un trabajo práctico experimental de ... (temática disciplinar), utilizando materiales cotidianos de fácil acceso, que sea posible realizar en el aula de una escuela. Proporciona instrucciones detalladas y recuerda actuar como un profesor de Física experimentado”, se dialogará con cada sistema buscando obtener un conjunto de instrucciones con mayor especificidad que permitan un acercamiento a resultados más confiables y precisos. Posteriormente se compararán los prompts a fin de detectar similitudes y diferencias entre ellos. Esta etapa es importante, ya que si bien son dos sistemas de IA, son diferentes por lo que el prompt más adecuado para Chat GPT no necesariamente lo será para Deep Seek.

b) *Utilización del prompt*: se hará uso del prompt determinado como más adecuado para cada IA a fin de obtener un primer acercamiento al diseño de un TPE para cada una de las temáticas propuestas.

c) *Evaluación de las respuestas generadas por las IAs*: se evaluará la calidad de las respuestas dadas por los sistemas de IA, teniendo en cuenta los siguientes criterios, valorándolos en una escala de 1 a 3 (logrado, parcialmente logrado y no logrado): (1) si los objetivos planteados pueden alcanzarse con la actividad experimental propuesta, es decir, se consideraron los verbos utilizados que deben ser operacionales para poder tener evidencias del aprendizaje realizado; (2) si efectivamente la actividad puede realizarse con material cotidiano; (3) si los materiales propuestos son accesibles en el contexto cotidiano; (4) si se mencionan todos los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad planteada; (5) si la actividad puede realizarse en la forma en que se describe; (6) si las preguntas de discusión propuestas son acordes a la temática disciplinar planteada; (7) si las preguntas de discusión propuestas se relacionan directamente con la actividad experimental; (8) si las conclusiones esperadas tienen sentido a la luz de las actividades realizadas; y (9) si las conclusiones esperadas tienen sentido según el marco teórico de la actividad.

De esta manera, se evaluaron las distintas partes de un TPE como son los objetivos, los materiales, el procedimiento, las actividades y preguntas de discusión y las conclusiones. Cabe destacar que las preguntas de discusión y las conclusiones se analizaron tanto en relación con aspectos vinculados al marco teórico al que se refiere la práctica como en relación con las actividades experimentales realizadas porque se buscó analizar la interacción entre teoría y práctica.

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las etapas descritas anteriormente en el apartado metodológico. En primer lugar, se presentan los resultados

obtenidos con el uso de Chat GPT y, a continuación, los resultados obtenidos con Deep Seek.

4.1. Chat GPT

a) Elección y refinamiento del prompt.

La primera mejora que plantea ChatGPT para el prompt original resulta ser:

“Diseña un trabajo práctico experimental de... (temática disciplinar) que pueda realizarse en el aula de una escuela utilizando materiales cotidianos de fácil acceso. La actividad debe incluir:

- Un objetivo de aprendizaje claro, especificando los conceptos físicos que los estudiantes trabajarán.
- Un procedimiento detallado y paso a paso para la realización del experimento.
- Preguntas de análisis que fomenten la discusión conceptual sobre el fenómeno estudiado.
- Conclusiones esperadas, resaltando qué aprendizajes se busca que los estudiantes obtengan a partir de la actividad.

Proporciona explicaciones concisas y actúa como un profesor de Física experimentado”.

La IA explica que este nuevo prompt presenta mayor precisión que el original ya que se especifican los elementos clave que debe incluir la respuesta. Además, proporciona mayor claridad en el propósito debido a que se enfatiza el objetivo de aprendizaje y el análisis conceptual. Finalmente, proporciona una estructura lógica porque organiza la solicitud en secciones, lo que mejora la calidad de la respuesta. En una segunda iteración, sugiere el siguiente prompt:

“Diseña un trabajo práctico de laboratorio de Física para estudiantes de nivel secundario que pueda realizarse en el aula utilizando materiales cotidianos de fácil acceso. La actividad debe incluir:

- Un objetivo de aprendizaje claro, especificando los conceptos físicos involucrados.
- Un procedimiento detallado y paso a paso.
- Preguntas de análisis que fomenten la discusión conceptual del fenómeno estudiado.
- Conclusiones esperadas, resaltando los aprendizajes clave.

Si es posible, incluye una variante o extensión del experimento para profundizar en el tema. Proporciona explicaciones concisas y actúa como un profesor de Física experimentado”.

En cuanto a las mejoras aclara que este prompt es más preciso en el nivel educativo al especificar que está dirigido a estudiantes de nivel secundario, lo cual ayuda a ajustar la complejidad del experimento y el análisis conceptual. A su vez, incluye la posibilidad de una variante o extensión del experimento, lo que permite explorar el tema en mayor profundidad o adaptar la actividad según el nivel de los estudiantes. Por último, mantiene una estructura clara y bien organizada, asegurando que la respuesta cubra todos los aspectos clave de una actividad de laboratorio efectiva.

b) Utilización del prompt.

A partir de lo expresado previamente y por los sucesivos ajustes realizados, se utiliza el último prompt generado por Chat GPT para diseñar los TPE propuestos.

Para el TPE de Movimiento Circular Uniforme, Chat GPT plantea como objetivos comprender y analizar el MCU mediante la experimentación con materiales cotidianos, abordando conceptos clave como período, frecuencia, velocidad angular y aceleración centrípeta, y relacionándolos con fuerzas involucradas en el movimiento. Para esto, propone usar un hilo resistente (de aproximadamente 1 metro), una tuerca o cualquier masa pequeña (para que actúe como objeto en movimiento), una lapicera o tubo hueco (para hacer girar el hilo), un cronómetro o celular con aplicación de temporizador y una regla o cinta métrica. A continuación, proporciona un procedimiento experimental que incluye instrucciones para la preparación del sistema de movimiento propuesto, para la medición del período y para el cálculo de la frecuencia, velocidad angular, velocidad tangencial y fuerza centrípeta, indicando en cada caso las expresiones de cálculo correspondientes. En la Figura 1, que se presenta a continuación, pueden observarse las primeras indicaciones del procedimiento experimental propuesto.

Procedimiento

1. **Preparación del sistema:**
 - Ata un extremo del hilo a la tuerca y pasa el otro extremo a través del tubo.
 - Sostén el tubo con una mano y deja colgar la tuerca.
2. **Generación del movimiento circular:**
 - Gira el hilo desde el extremo libre, haciendo que la masa en el otro extremo se mueva en un círculo horizontal.
 - Asegúrate de que el movimiento sea uniforme y que el radio del círculo se mantenga constante.
3. **Medición del período:**
 - Una vez que el movimiento sea estable, mide el tiempo que tarda la masa en completar 10 vueltas.

Figura 1. Instrucciones iniciales del procedimiento experimental propuesto por Chat GPT para el TPE de MCU

A continuación, la sección de preguntas de análisis se refiere a determinar cómo afecta el radio de la trayectoria a la velocidad angular del objeto; si se modifica la aceleración centrípeta en caso de que la masa del objeto cambie; qué fuerza es responsable de mantener el objeto en su trayectoria circular; cómo identificarla en el experimento y qué sucedería si se cortara el hilo mientras el objeto está en movimiento, explicándolo desde la perspectiva de la primera ley de Newton.

Por último, en las conclusiones esperadas, Chat GPT detalla que los estudiantes deberían “comprender que en un MCU el módulo de la velocidad angular es constante, pero la dirección de la velocidad cambia continuamente debido a la aceleración centrípeta. También deberían reconocer que la tensión en el hilo es la responsable de proporcionar la fuerza centrípeta necesaria para el movimiento circular y que se espera que los estudiantes conecten estos conceptos con situaciones reales, como el movimiento de los planetas, los autos en curvas o los juegos mecánicos en parques de diversiones”.

Para el TPE de Hidrostática, Chat GPT plantea como objetivo de aprendizaje explorar y analizar el Principio de Arquímedes, comprendiendo la relación entre el empuje, el peso

del fluido desplazado y la flotabilidad. Esto se logrará abordando conceptos claves como densidad, presión hidrostática y fuerza de empuje. Los materiales propuestos son un vaso transparente grande o un recipiente con agua, una botella pequeña de plástico con tapa, plastilina o clips de metal (para variar la masa de la botella), una cuchara y una balanza (opcional). El procedimiento experimental proporciona instrucciones sobre el llenado del recipiente, la flotabilidad, la medición del líquido desplazado y actividades de medición vinculadas a trabajar la relación entre las fuerzas peso y empuje. A continuación, en la Figura 2 pueden observarse los primeros pasos de las indicaciones.

Procedimiento

1. Llenado del recipiente:
 - Llena un vaso o recipiente con agua hasta unos $\frac{3}{4}$ de su capacidad.
2. Prueba de flotación inicial:
 - Coloca la botella vacía en el agua y observa si flota o se hunde.
3. Variación de la flotabilidad:
 - Agrega plastilina o clips dentro de la botella y colócala nuevamente en el agua.
 - Observa cuánta masa es necesaria para que la botella quede **parcialmente sumergida** o completamente hundida.
4. Medición del nivel del agua desplazada:
 - Llena el vaso hasta el borde y coloca la bo' ↓ dentro.

Figura 2. Instrucciones iniciales del procedimiento experimental propuesto por Chat GPT para el TPE de Hidrostática

La sección de análisis presenta preguntas vinculadas a por qué la botella flota cuando está vacía y se hunde al agregarle plastilina; cómo se relaciona el volumen de agua desplazada con el peso de la botella; qué sucede si la densidad promedio de la botella supera la del agua; cómo podría lograrse que la botella flote en equilibrio sin hundirse completamente y qué aplicaciones del Principio de Arquímedes pueden identificarse en la vida cotidiana. Finalmente, en relación con las conclusiones esperadas, Chat GPT detalla que los estudiantes deberán comprender que un objeto flota cuando el empuje ejercido por el fluido es igual o mayor al peso del objeto; que deberán relacionar el volumen de agua desplazada con la magnitud de la fuerza de flotación y que se espera que los estudiantes conecten estos principios con aplicaciones prácticas, como el diseño de barcos, submarinos o chalecos salvavidas.

c) Evaluación de las respuestas generadas por Chat GPT.

A continuación, en la Figura 3 se muestra el porcentaje de criterios según el nivel de logros (logrados, logrados moderadamente y no logrados) para el TPE de MCU.

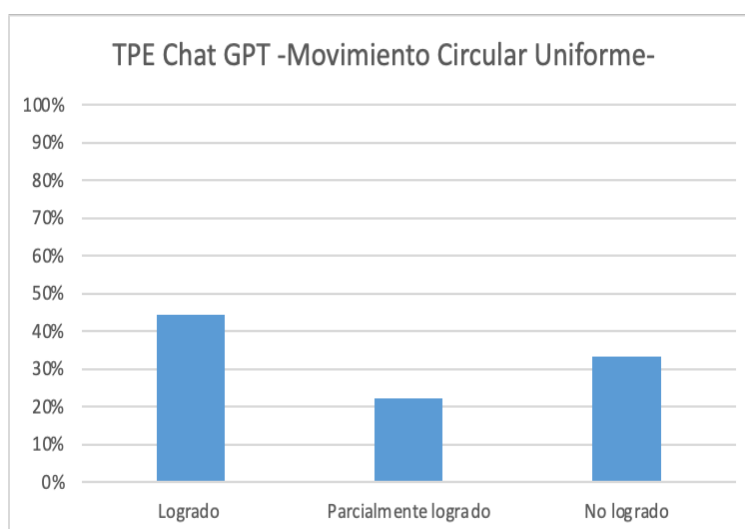


Figura 3. Niveles de logro para el TPE de Movimiento Circular Uniforme diseñado por Chat GPT. Elaboración propia

Cabe señalar que entre los objetivos propuestos por la IA que se consideraron parcialmente logrados se encuentran aquellos que usan verbos muy generales como “comprender”, los que resultan ambiguos para poder identificar evidencias de aprendizaje. Otra de las dificultades de los objetivos que se han valorado como parcialmente logrados es que no mencionan verbos estrechamente vinculados con la experimentación. Esta situación hace que el objetivo sea muy amplio y que no esté focalizado en las actividades del TPE. En relación con los materiales, se considera que se mencionan en su totalidad, son efectivamente materiales cotidianos y son suficientes para realizar la actividad propuesta.

A pesar de esto, la concreción de la actividad experimental propuesta se dificulta ya que hay instrucciones que no resultan totalmente claras o que son demasiado generales. Como ejemplo de las primeras, se puede citar el siguiente conjunto de instrucciones: “Ata un extremo del hilo a la tuerca y pasa el otro extremo a través del tubo. Sostén el tubo con una mano y deja colgar la tuerca. Gira el hilo desde el extremo libre, haciendo que la masa en el otro extremo se mueva en un círculo horizontal”. En este caso, al seguir las instrucciones de forma literal, lo más probable es que no puedan completarse las instrucciones, ya que, al sostener el tubo con una mano, se caerán el hilo y la cuerda, sin poder llegar a realizar el movimiento. Cabe destacar que el grupo de instrucciones propuesto por la IA se asemeja a un experimento similar que suele realizarse en las aulas, en el que se propone pasar un hilo o cuerda a través de un tubo de lapicera, pero en ambos extremos del hilo debe haber masas, de forma que sosteniendo el tubo se ponga a girar la masa superior en un círculo horizontal. En relación con las instrucciones que se consideran muy generales, puede mencionarse como ejemplo la sección que indica “Asegúrate de que el movimiento sea uniforme”, ya que el estudiante debería saber qué variables debe controlar y de qué manera las debería modificar en caso de que el movimiento realizado no sea circular uniforme. Esto no es un detalle menor, ya que, si no se logra realizar el movimiento uniforme, todo el TPE carece de sentido.

Acerca de las preguntas de discusión, puede señalarse que, si bien están estrechamente vinculadas con el tema disciplinar referido, no se relacionan directamente con la

experimentación propuesta ya que todas las preguntas pueden responderse recurriendo a la teoría sin necesidad de hacer la actividad experimental.

Finalmente, también se observan dificultades en relación con las conclusiones explicitadas por Chat GPT para este TPE, y a las que deberían poder llegar los estudiantes luego de realizar las actividades propuestas, a las que no puede accederse solamente a partir de la experimentación realizada ya que demandan, sin una propuesta de mediación o andamiaje y sin que las preguntas de análisis previas lo hayan favorecido, por ejemplo, vincular las actividades realizadas con situaciones de movimiento reales, reconocer que la tensión en el hilo es la responsable de proporcionar la fuerza centrípeta necesaria para mantener el movimiento circular, o identificar que la dirección de la velocidad (lineal) cambia continuamente debido a la aceleración centrípeta. Por otra parte, si bien las conclusiones tienen sentido a la luz del tema disciplinar, se consideran parcialmente logradas porque incluyen ciertas expresiones ambiguas que podrían dar lugar a errores conceptuales al no diferenciar explícitamente la velocidad lineal de la velocidad angular, lo que se observa en la expresión "...la velocidad angular es constante, pero la dirección de la velocidad cambia continuamente...". En este caso, no se indica específicamente que la dirección de la velocidad lineal es la que cambia continuamente y el referente más cercano está asociado a la velocidad angular, lo cual podría llegar a generar alguna confusión conceptual o falta de diferenciación entre ambas velocidades.

En síntesis, este TPE tiene aspectos positivos vinculados a la selección de materiales del contexto cotidiano y la presentación de preguntas de análisis vinculadas a la temática disciplinar. Sin embargo, presenta dificultades que van desde instrucciones insuficientes para abordar la experimentación hasta expresiones confusas o poco precisas que podrían generar errores conceptuales.

En relación con el TPE de Hidrostática diseñado por Chat GPT a continuación se presenta en la Figura 4 el porcentaje de criterios según el nivel de logros (logrados, logrados moderadamente y no logrados).

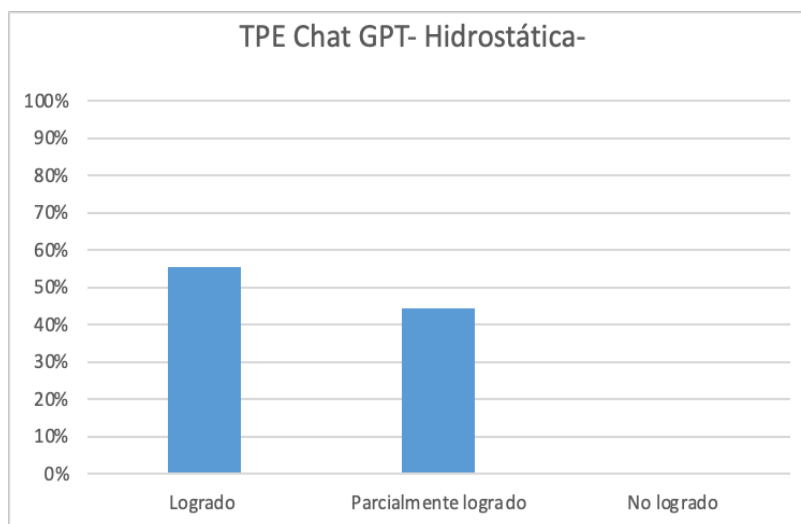


Figura 4. Niveles de logro para el TPE de Hidrostática diseñado por Chat GPT. Elaboración propia

En el caso de este TPE todos los objetivos analizados se consideran logrados o parcialmente logrados. Entre los primeros, puede destacarse que se mencionan materiales efectivamente accesibles en el contexto cotidiano con los cuales puede realizarse la

actividad propuesta. Respecto de las preguntas de discusión planteadas y las conclusiones esperadas están estrechamente vinculadas con el tema disciplinar del TPE.

El resto de los tópicos analizados se consideran parcialmente logrados:

- En el caso de los objetivos, se repite una situación similar a la mencionada en el TPE anterior, enunciados demasiado amplios que no involucran cuestiones vinculadas a la experimentación y para los cuales es difícil obtener evidencia directa de logros.

- Sobre la realización propiamente dicha de la actividad, cabe destacar que hay algunas instrucciones que podrían dificultarla; sin embargo, con pequeñas variaciones de lo propuesto por la IA esto podría solucionarse. Por ejemplo, puede destacarse la expresión “Usa una cuchara para recoger el agua demarrada”. Si no se usa otro recipiente, muy probablemente el agua rebose sobre la mesa de trabajo, lo que hará muy difícil su posterior recolección, por lo que debería solicitarse colocar el recipiente con líquido dentro de un recipiente más grande que se encuentre vacío, este último permitirá recolectar el agua sin inconveniente (e incluso, dependiendo de las características del recipiente también podría usarse para determinar el volumen de la masa de agua desplazada).

- Acerca de las preguntas de análisis y su vínculo con la experimentación propuesta, en algunas pueden observarse ciertas dificultades ya que no pueden responderse solamente analizando lo realizado en el procedimiento experimental. Por ejemplo, una pregunta se refiere a qué sucede si la densidad promedio de la botella supera la del agua, cuando previamente no se calculó la densidad promedio de la botella en las situaciones experimentales propuestas en las instrucciones (la botella parcialmente sumergida o completamente hundida).

- Finalmente, en relación con las conclusiones, la problemática planteada en el apartado anterior presenta inconvenientes en la vinculación entre la actividad experimental y el marco teórico que se usa de referencia. Por ejemplo, la actividad experimental no es suficiente para que los estudiantes puedan relacionar el volumen del agua desplazada con la magnitud de la fuerza de flotación.

4.2. Deep Seek

a) Elección y refinamiento del prompt.

La primera mejora que plantea Deep Seek al prompt original resulta ser:

“Diseña un trabajo práctico de laboratorio de (temática disciplinar) que incluya los siguientes elementos:

- Procedimiento experimental detallado: Describe paso a paso el procedimiento que los estudiantes deben seguir para realizar el experimento. Asegúrate de que sea claro, replicable y seguro.

- Objetivos de aprendizaje: Identifica y enumera los objetivos de aprendizaje que los estudiantes pueden lograr a través de la realización de esta actividad experimental. Estos objetivos deben ser específicos, medibles y alineados con los conceptos teóricos que se desean reforzar.

- Preguntas de análisis: Formula preguntas que fomenten la discusión conceptual y el análisis crítico del tema involucrado en la actividad. Estas preguntas deben ayudar a los estudiantes a conectar la práctica con la teoría y a reflexionar sobre los resultados obtenidos.

- Conclusiones esperadas: Especifica qué conclusiones se espera que los estudiantes puedan abordar al finalizar la actividad. Estas conclusiones deben estar relacionadas con los objetivos de aprendizaje y los conceptos clave del tema.

El trabajo práctico debe ser diseñado de manera que promueva la comprensión profunda del tema, fomente el pensamiento crítico y permita a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos en un contexto práctico”.

La IA indica que este prompt es más conciso y estructurado que el original, lo que facilitará la creación de un trabajo práctico experimental efectivo y bien organizado.

Al pedirle un nuevo refinamiento del conjunto de instrucciones sugiere la siguiente expresión:

“Diseña un trabajo práctico de laboratorio que incluya:

- Procedimiento experimental: Un paso a paso claro, seguro y replicable para realizar el experimento con materiales cotidianos de fácil acceso.
- Objetivos de aprendizaje: 2-3 objetivos específicos y medibles que los estudiantes deben alcanzar, alineados con los conceptos teóricos del tema.
- Preguntas de análisis: 3-5 preguntas que fomenten la discusión conceptual, relacionando los resultados experimentales con la teoría.
- Conclusiones esperadas: Breve descripción de las conclusiones que los estudiantes deberían poder formular, vinculadas a los objetivos y conceptos clave.

El diseño debe ser claro, promover el pensamiento crítico y conectar la práctica con la teoría”.

Para este caso indica que es una mejora ya que al ser más conciso el prompt evita distracciones y permite enfocarse rápidamente en los elementos clave (procedimiento, objetivos, preguntas y conclusiones). Por otra parte, es más fácil de seguir porque la estructura simplificada (con números y puntos clave) hace que sea más sencillo guiar la conversación y entender exactamente lo que se espera; como así también, al ser más corto, permite empezar a trabajar en el contenido de inmediato sin perderse en detalles innecesarios.

b) *Utilización del prompt.*

Para el TPE de MCU propone los siguientes objetivos de aprendizaje: comprender y aplicar conceptos de velocidad angular, tangencial y aceleración centrípeta en un MCU; relacionar la frecuencia de rotación con el período y la velocidad angular; analizar cómo la fuerza centrípeta depende de la masa, la velocidad y el radio de giro. Propone usar una serie de materiales cotidianos como una cuerda, un reloj o celular con cronómetro y una regla. A continuación, proporciona un procedimiento experimental que incluye instrucciones para la preparación del sistema de movimiento propuesto, para la medición del período y para el cálculo de la frecuencia, la velocidad angular, la velocidad tangencial y la fuerza centrípeta, indicando en cada caso las expresiones de cálculo correspondientes. En la Figura 5, que se incluye a continuación, pueden observarse las primeras indicaciones del procedimiento experimental propuesto.

Procedimiento Experimental

1. **Preparación del sistema:**
 - Ata el objeto pequeño a un extremo de la cuerda.
 - Mide y registra la longitud de la cuerda desde el punto de giro hasta el centro del objeto. Este será el radio r del movimiento circular.
2. **Establecer el movimiento circular:**
 - Sujeta el otro extremo de la cuerda con la mano y comienza a girar el objeto en un plano horizontal de manera que describa un círculo. Asegúrate de mantener una velocidad constante.
3. **Medición del período T :**
 - Usa el cronómetro para medir el tiempo que tarda el objeto en completar 10 vueltas completas.

Figura 5. Instrucciones iniciales del procedimiento experimental propuesto por Deep Seek para el TPE de MCU

Finalmente, las últimas dos secciones indican las preguntas de análisis y las conclusiones esperadas. Por un lado, las preguntas se refieren a “cómo cambia la velocidad tangencial si se aumenta o disminuye el radio de giro manteniendo constante la velocidad angular”; “cómo afecta a la velocidad angular y a la fuerza centrípeta si se duplica la frecuencia de rotación”; “qué sucedería con la fuerza centrípeta si la masa del objeto giratorio se duplicara o si el radio se redujera a la mitad”; “por qué es importante mantener una velocidad constante durante el experimento”; y “qué factores influyen en la tensión de la cuerda durante el movimiento circular”. Por otro lado, la última sección detalla que los estudiantes deberían ser capaces de concluir que : a) la velocidad tangencial es directamente proporcional al radio y a la velocidad angular, mientras que la fuerza centrípeta depende del cuadrado de la velocidad tangencial y es inversamente proporcional al radio; b) el período y la frecuencia son inversamente proporcionales y ambos están relacionados con la velocidad angular; c) la fuerza centrípeta es necesaria para mantener un movimiento circular uniforme y depende de la masa, la velocidad y el radio de giro. Además, los estudiantes deberían reconocer la importancia de mantener un control preciso de las variables (como la velocidad constante) para obtener resultados confiables y cómo los conceptos teóricos se observan en un experimento práctico.

Para el TPE de Hidrostática, propone como objetivos de aprendizaje “comprender el principio de Arquímedes”; “medir la densidad de un líquido desconocido”; y “relacionar las fuerzas de flotación con el volumen desplazado y la densidad de un líquido”. Para lograr esto, la IA propone “usar un recipiente transparente, agua, un líquido como alcohol, aceite o agua salada, un objeto que flote, cinta métrica y una balanza de cocina”. Teniendo en cuenta esto diseña un procedimiento experimental que incluye la preparación del recipiente, la medición del volumen desplazado, la repetición del procedimiento con un líquido como alcohol, aceite o agua salada que se considerará “desconocido” y finalmente el cálculo de la densidad. En la Figura 6, que se muestra a continuación, puede observarse parte del detalle del procedimiento experimental propuesto.

Procedimiento Experimental:

1. Preparación del recipiente:

- Llena el recipiente con agua hasta aproximadamente la mitad.
- Marca el nivel inicial del agua con un marcador o cinta adhesiva.

2. Medición del volumen desplazado:

- Coloca el objeto flotante en el agua y observa cómo el nivel del agua sube.
- Marca el nuevo nivel del agua.
- Retira el objeto y mide la distancia entre las dos marcas (nivel inicial y nivel con el objeto). Esta distancia corresponde al volumen desplazado por el objeto.

3. Repetición con el líquido desconocido:

- Vacía el recipiente y llénalo con el líquido desconocido hasta la misma altura inicial.
- Repite el proceso de colocar el objeto flotante y marca el nuevo nivel.
- Mide la distancia entre las marcas para determinar el volumen desplazado en este líquido.

Figura 6. Instrucciones iniciales del procedimiento experimental propuesto por Deep Seek para el TPE de Hidrostática

Las últimas dos secciones incluyen las preguntas de análisis y las conclusiones esperadas. Con respecto a las preguntas, las mismas se refieren a “por qué el volumen desplazado por el objeto es diferente en agua y en líquido desconocido y cómo esto se relaciona con la densidad de cada líquido”; “explicar cómo el principio de Arquímedes permite determinar la densidad de un líquido sin medir directamente su masa”; “qué factores podrían afectar la precisión de las mediciones y cómo podría mejorarse el experimento para obtener resultados más exactos”; “comparar la densidad calculada del líquido desconocido con valores teóricos (por ejemplo, densidad del aceite= 0,93 g/cm³), para saber si coinciden y en caso que no coincidan explicar las diferencias”; y finalmente “expresar en qué situaciones de la vida cotidiana o en la industria es importante conocer la densidad de un líquido”. Con respecto al último apartado, la IA detalla que los estudiantes “deberían concluir que el volumen desplazado por un objeto flotante depende de la densidad del líquido, deberían ser capaces de calcular la densidad del líquido desconocido utilizando los datos experimentales y compararla con valores tabulados, comprendiendo las posibles fuentes de error, así como también reconocer la importancia de la densidad en la interpretación de fenómenos cotidianos y en aplicaciones científicas y tecnológicas”.

c) Evaluación de las respuestas generadas por Deep Seek.

A continuación, en la Figura 7 se muestra el porcentaje de criterios según el nivel de logros (logrados, logrados moderadamente y no logrados) para el TPE de MCU.

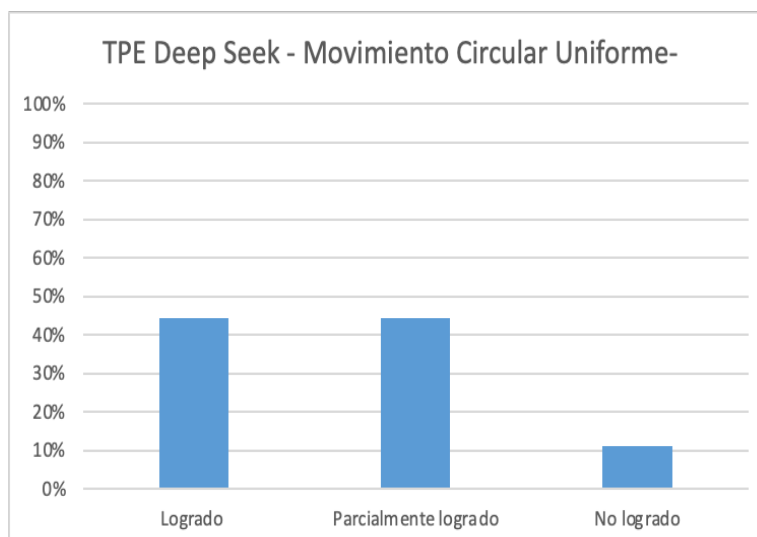


Figura 7. Niveles de logro para el TPE de Movimiento Circular Uniforme diseñado por Deep Seek. Elaboración propia

En relación con los objetivos de aprendizaje, la mayoría son alcanzables a través de las actividades propuestas excepto aquellos que involucran el verbo “comprender”, ya que no se pueden obtener evidencias directas de este proceso cognitivo, por lo que este aspecto se consideró parcialmente logrado.

Sobre los materiales propuestos, se observó una dualidad: por una parte, son accesibles en un contexto cotidiano (aspecto considerado como logrado) lo que podría facilitar la realización de la actividad pero, por otra parte, no son suficientes para lograr mantener al objeto girando con velocidad angular constante (aspecto considerado parcialmente logrado). Esto es importante, ya que es la condición básica que se debe lograr para poder realizar correctamente el análisis y obtener las conclusiones esperadas.

Con respecto al procedimiento experimental, llama la atención que entre las indicaciones se pide al estudiante que se asegure de mantener una velocidad angular constante, sin explicar cómo lo debe hacer. Esto puede resultar difícil de lograr, de esta manera la actividad no puede realizarse siguiendo el procedimiento experimental detallado por Deep Seek, por lo que este aspecto se considera no logrado.

Teniendo en cuenta las preguntas de discusión, están bien alineadas con la temática disciplinar y se relacionan directamente con la actividad experimental (ambos criterios se consideraron logrados). Finalmente, en relación con las conclusiones esperadas, si bien la mayoría son alcanzables a través de esta actividad, cabe señalar que es poco probable que los estudiantes deduzcan que la fuerza centrípeta depende del cuadrado de la velocidad ya que no se ha presentado previamente una actividad específica que permita a los estudiantes este análisis de la relación entre las variables y así arribar a esta conclusión.

En líneas generales, entre los aspectos favorables que se destacan para el TPE de MCU diseñado por Deep Seek se encuentra la accesibilidad de los materiales y la relevancia de las preguntas de discusión. Sin embargo, presenta dificultades para la implementación, especialmente por la dificultad de mantener una velocidad angular constante y por la falta de relaciones estrechas entre las conclusiones esperadas y las actividades propuestas.

En la Figura 8 se muestra el porcentaje de criterios logrados, logrados moderadamente y no logrados del TPE de Hidrostática.

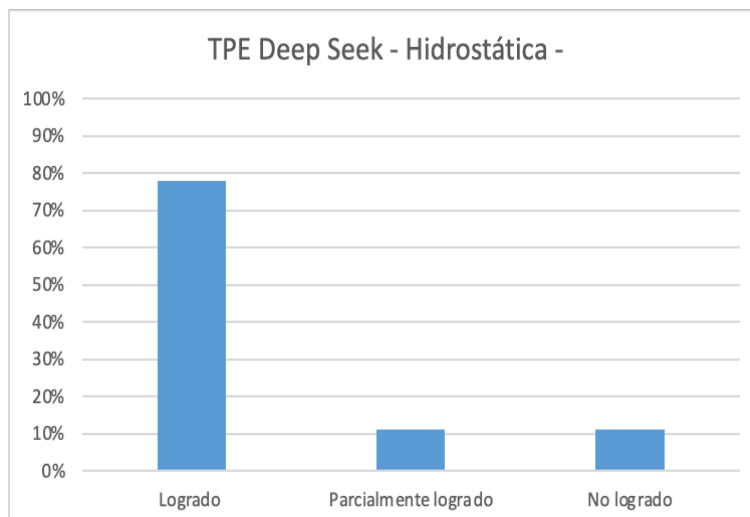


Figura 8. Niveles de logro para el TPE de Hidrostática diseñado por Deep Seek. Elaboración propia

De manera similar a la actividad de MCU, hay un objetivo de aprendizaje para el que se dificulta la evaluación, ya que el uso de un verbo tan general como “comprender” resulta un limitante en este aspecto, por lo que se lo considera parcialmente logrado.

Por otro lado, los materiales son accesibles, se pueden conseguir de manera sencilla en el contexto cotidiano y se mencionan todos los elementos necesarios, lo que facilita la posible implementación del TPE. Analizando el procedimiento experimental propuesto, se destaca que la actividad puede realizarse, pero se detecta un error conceptual en uno de los pasos, ya que no se diferencia una longitud de un volumen. Esto podría generar inconvenientes, al no especificar que debe calcularse el volumen a partir de la longitud medida. Finalmente, tanto las preguntas de discusión como las conclusiones esperadas se encuentran relacionadas tanto con la temática disciplinar propuesta como con las actividades previas.

En este caso, la propuesta realizada por Deep Seek es un poco más sólida en términos de implementación y claridad en comparación con la de Movimiento Circular. Sin embargo, es necesaria una previa revisión docente de la propuesta, que permita detectar la fallida vinculación entre longitud y volumen. Las preguntas de discusión y las conclusiones están bien alineadas con la temática, lo que sugiere que la actividad es efectiva para reforzar los conceptos teóricos.

5. CONCLUSIONES

La primera característica que hay que destacar sobre el uso de estos dos sistemas de IA se refiere a su disponibilidad: mientras que Deep Seek permite un uso ilimitado del recurso en su última versión, Chat GPT pone una limitación en relación a su uso con la versión más actualizada, ya que, alcanzada una determinada cantidad de caracteres, debe esperarse un tiempo determinado en caso de que se quiera seguir usando el modelo.

En relación con el diseño de los TPE para los dos temas disciplinares seleccionados, se continúan observando fallas asociadas principalmente al procedimiento experimental del MCU. En este sentido, cabe reconocer que el lograr una velocidad angular constante

durante un intervalo de tiempo prolongado que permita realizar mediciones en una práctica áulica que no cuenta con el apoyo de material de laboratorio específico, presenta inconvenientes para un docente aún sin el uso de los sistemas de IA. A su vez, si se considera que estos modelos están entrenados basándose en diversos textos disponibles en internet, los TPE de MCU son escasos en comparación con los que se pueden encontrar para otros temas de Física.

En relación con la redacción de los objetivos de aprendizaje, ambos sistemas de IA proponen el uso de verbos muy generales como comprender o analizar, para los que resulta difícil identificar evidencias de aprendizaje. Esto genera inconvenientes en relación con el logro de los objetivos, ya que no se especifican acciones medibles o comportamientos claramente observables. Al respecto, algunos autores (Marcheti-Ferraz y Belhot, 2010; Peñaloza Carreón et al., 2022), mencionan que comprender es un aspecto cognitivo de gran abstracción y para redactar objetivos de aprendizaje asociados a este aspecto cognitivo, se sugiere usar verbos vinculados con las habilidades de pensamiento de orden superior como interpretar, resumir, inferir, parafrasear, comparar, entre otras. Al utilizar estas expresiones para la construcción de objetivos se permite identificar con mayor facilidad evidencias del logro de los mismos.

La selección de materiales cotidianos es quizás el aspecto que mayor fortaleza presenta tanto para Chat GPT como para Deep Seek. En este sentido, se convierten en herramientas útiles para solucionar inconvenientes de falta de materiales de laboratorio específicos en el abordaje experimental de contenidos de Física.

Sobre el procedimiento experimental ambos sistemas presentaron dificultades, ya sea por incluir instrucciones demasiado amplias o ambiguas; por asemejar incorrectamente magnitudes o por proponer una serie de instrucciones que no conducen a la realización del experimento deseado. Esta parecería ser una de las principales debilidades de ambos sistemas, por lo cual es aconsejable que si los docentes desean hacer uso de estas herramientas para el diseño de TPE en Física tengan especial cuidado con las instrucciones experimentales brindadas a sus estudiantes.

Acerca de las preguntas de discusión planteadas y las conclusiones esperadas, se observan situaciones similares en ambos sistemas. El vínculo con la temática disciplinar específica es correcto, pero no siempre hay una relación directa con la actividad experimental. Esto se transforma en una dificultad debido a que se esperaría que sea a través de la experimentación que los estudiantes puedan analizar las distintas situaciones físicas y obtener conclusiones, ya que justamente esto es lo que diferencia los TPE de otras actividades como los trabajos prácticos de lápiz y papel. Además, de esta forma no se contribuye a fortalecer el vínculo entre la práctica y la teoría.

En líneas generales, más allá de variaciones específicas, tanto Chat GPT como Deep Seek presentan fortalezas y debilidades según los criterios evaluados. Puede destacarse que para la optimización del uso de alguno de estos sistemas de IA en el diseño de TPE se requiere necesariamente de la intervención docente con el objetivo de ajustar los aspectos para los que se han señalado debilidades y asegurar que la actividad experimental cumpla con los objetivos de aprendizaje de manera efectiva. Esto permitirá maximizar la claridad y coherencia tanto en la ejecución de la actividad experimental como en la evaluación de los aprendizajes involucrados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aponte Rojas, A., Aguilar González, R. y de Sánchez, I.A. (2013). Trabajos prácticos en microescala como estrategia didáctica en cursos de química de Educación Media. *Actualidades Investigativas en Educación*, 13(2). <https://doi.org/10.15517/aie.v13i2.11731>
- Arana, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. *INNOVA UNTREF. Revista Argentina de Ciencia y Tecnología*, 1(7). Recuperado a partir de: <http://www.revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/1107>
- Bello, L. y Martínez Sánchez, F.R. (2023). Inteligencia Artificial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Maestro y Sociedad*, 20(4), 1.165-1.173.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos. *Alambique*, 39(8), 19.
- Carrascosa, J., Vilches, A. y Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Cordero-Monzón, M.Á. (2024). Inteligencia Artificial en el aula: oportunidades y desafíos para la didáctica de la matemática y física universitaria. *Revista internacional de pedagogía e innovación educativa*, 4(1), 193-207. <https://doi.org/10.51660/ripie.v4i1.154>
- Deleón Villagrán, M. (2023). Perspectivas sobre el ChatGPT: Una herramienta potente en la Educación Superior. *Panorama UNAB*, 5, 9-11. Recuperado de: <https://www.camjol.info/index.php/panoramaunab/article/view/20292>
- Espinosa-Ríos, E.A., González-López, K.D. y Hernández-Ramírez, L.T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. <https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Fajardo Aguilar, G.M., Ayala Gavilanes, D.C., Arroba Freire, E.M. y Quincha, M.L. (2023). Inteligencia artificial y la educación universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine de las ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(1), 109-131. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935>
- Falcón, J.M. (2024). El uso de chatbots en los grados de educación: una propuesta práctica en las aulas de educación superior. En *Calidad e innovación pedagógica: Experiencias docentes y tecnológicas aplicadas al aula* (pp. 225-239). Dykinson.
- Forero-Corba, W. y Negre-Bennásar, F. (2024). Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491>
- Jalil, P. (2006). A procedural problem in Laboratory teaching: Experiment and explain, or viceversa? *Journal of Chemical Education*, 83(1), 159-163. <https://doi.org/10.1021/ed083p159>
- López Rúa, A.M. y Tamayo Alzate, Ó.E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- Lorenzo, M.G. (2020). Revisando los trabajos experimentales en la enseñanza universitaria. *Aula Universitaria*, 21, e0004, 15-34. <https://doi.org/10.109au.2020.21.e0004>
- Marcheti-Ferraz, A.P. y Belhot, R.V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & produção*, 17, 421-431. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2010000200015>
- Marín-Quintero, M. (2021). El trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales: una experiencia con docentes en formación inicial. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 49, 163-182. <https://doi.org/10.17227/ted.num49-8221>
- Morales-Chan, M.A. (2023). *Explorando el potencial de Chat GPT: Una clasificación de Prompts efectivos para la enseñanza*. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/1348>
- Peñaloza-Carreón, J.E., Mayorga-Ponce, R.B. y Roldan-Carpio, A. (2022). Correcto uso de la Taxonomía de Bloom para desarrollar objetivos. *Educación y Salud. Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 11(21), 63-65. <https://doi.org/10.29057/icsa.v11i21.9779>
- Pereira, A. y Suárez, Á. (2024). Las actividades de laboratorio en Física: un cambio en la estructura a favor del conocimiento científico. *arXiv e-prints, arXiv-2406*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10151>

- Román-Graván, P., Mena-Guacas, A.-F., Fernández-Márquez, E. y López-Meneses, E. (2024). Mapeo de las corrientes de investigación sobre Chat GPT aplicadas a la educación. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 16, 140-156. <https://doi.org/10.6018/riite.590421>
- Salmerón Moreira, Y.M., Luna Alvarez, H.E., Murillo Encarnacion, W.G. y Pacheco Gómez, V.A. (2023). El futuro de la Inteligencia Artificial para la educación en las instituciones de Educación Superior. *Conrado*, 19(93), 27-34. Recuperado a partir de: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3156>
- Sanabria-Navarro, J.-R., Silveira-Pérez, Y., Pérez-Bravo, D.D. y Cortina-Núñez, M. (2023). Incidences of artificial intelligence in contemporary education. *Comunicar*, 31(77). <https://doi.org/10.3916/c77-2023-08>
- Tenreiro-Vieira, C. y Marques-Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i3.07
- Vergara González, R.M. y Carrillo Rosúa, F.J. (2023). Uso de Inteligencia Artificial para diseñar propuestas didácticas de Física y Química en Educación Secundaria. En REDINE (Ed.). *Conference Proceedings CIVINEDU*, (pp. 125-131). <https://doi.org/10.58909/ad23314866>
- Zorrilla, E.G. (2019). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Institucional CONICET Digital. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11336/84028>
- Zorrilla, E., Mazzitelli, C., Calle-Restrepo, A., Angulo-Delgado, F. y Soto-Lombana, C.A. (2022). Representaciones sociales sobre las prácticas de laboratorio: implicaciones epistemológicas y prácticas para la formación inicial de docentes. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52, 101-116. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-13392>
- Zorrilla, E. y Mazzitelli, C. (2024). Representaciones sociales de los Trabajos Prácticos Experimentales en Ciencias Naturales. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología*, 35(71), 1-18. <https://doi.org/10.33255/3571/1897>