

Uso de IA para fomentar el estudio de teoría en asignaturas de Instrumentación Electrónica

1º Fernando Vidal-Verdú
Departamento de Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
fvidal@uma.es

2º Rafael Navas-González
Departamento de Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
rjnavas@uma.es

Resumen—Este trabajo propone el uso de las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para hacer más atractivo el aprendizaje de conceptos fundamentales o llamados teóricos y la memorización de información en estudios de ingeniería. En concreto, propone un ejercicio en el contexto de asignaturas de Instrumentación Electrónica.

Index Terms—docencia en electrónica, inteligencia artificial generativa, memorización de información, adquisición de conocimientos fundamentales

I. INTRODUCCIÓN

La velocidad con que se desarrollan las herramientas digitales y la capacidad de éstas para obtener resultados con rapidez están creando un estado de opinión en el entorno de la enseñanza contrario a la clase enfocada a los llamados contenidos teóricos. A esto se suma un rechazo hacia la memorización por parte de sectores del profesorado por considerarla una práctica obsoleta e inútil. Es evidente la necesidad de capacitar al alumnado en el uso de potentes herramientas que les permitan abordar la resolución de problemas complejos en poco tiempo, como exige el mercado laboral. Sin embargo, no es evidente para una gran parte del profesorado la necesidad de que el alumnado atienda a explicaciones de conceptos fundamentales, los estudie con interés y los retenga en la memoria, junto con datos básicos de su área de estudio. Se puede pensar que la información que entendemos como teórica se puede buscar en internet cuando se necesite. La discusión de qué se debe enseñar en un contexto de tecnologías muy capaces está abierta [1]. Si hacemos el ejercicio de preguntar a una herramienta popular de IA su "opinión" al respecto, el resultado es el siguiente:

GPT-4 Prompt: *¿Crees que es importante enseñar contenidos teóricos en enseñanzas universitarias de instrumentación electrónica?*

Contestación de GPT-4: *La enseñanza de contenidos teóricos en cursos universitarios de instrumentación electrónica es una parte fundamental del proceso educativo. Vamos a desglosar la importancia de la teoría en este contexto:*

I-A. Fundamentación del Conocimiento

- **Conceptos Básicos:** La teoría proporciona a los estudiantes una comprensión de los conceptos básicos y

principios fundamentales de la electrónica y la instrumentación. Sin una base sólida en teoría, los estudiantes pueden carecer del entendimiento necesario para aplicar correctamente la tecnología.

- **Desarrollo del Pensamiento Crítico:** La teoría ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento crítico, permitiendo a los estudiantes analizar y resolver problemas complejos en instrumentación electrónica.

I-B. Aplicaciones Prácticas

- **Diseño y Análisis:** Los conocimientos teóricos son cruciales para el diseño y análisis de circuitos y sistemas electrónicos. Entender la teoría permite a los estudiantes prever el comportamiento de los componentes y sistemas en diferentes condiciones.
- **Innovación:** La teoría es el sustrato sobre el cual la innovación puede florecer. Los avances en instrumentación electrónica a menudo provienen de una profunda comprensión de las teorías subyacentes.

I-C. Interdisciplinariedad

- **Integración de Conocimientos:** La instrumentación electrónica interactúa con múltiples disciplinas (física, matemáticas, informática, etc.). La teoría es el lenguaje común que permite integrar estos conocimientos.
- **Adaptabilidad:** Al comprender los principios teóricos, los estudiantes pueden adaptarse más fácilmente a tecnologías y métodos nuevos y emergentes.

I-D. Competencia Profesional

- **Estándares y Protocolos:** La teoría también incluye el conocimiento de estándares, protocolos y normativas importantes en la industria, lo cual es vital para la práctica profesional.
- **Comunicación Efectiva:** Los profesionales deben estar versados en la teoría para comunicarse de manera efectiva con otros en el campo, incluyendo ingenieros, técnicos y científicos.

I-E. Investigación y Desarrollo

- **Base para la Investigación:** La investigación en instrumentación electrónica a menudo se basa en principios

teóricos para desarrollar nuevas tecnologías o mejorar las existentes.

- *Crítica y Evaluación: La teoría permite a los estudiantes y profesionales evaluar críticamente la literatura de investigación y contribuciones en su campo.*

I-F. Educación Continua

- *Aprendizaje Permanente: La tecnología avanza rápidamente, y una comprensión teórica sólida equipa a los graduados para el aprendizaje continuo a lo largo de sus carreras.*
- *Flexibilidad en la Carrera: La teoría puede abrir más puertas y ofrecer una mayor flexibilidad en la elección de la carrera, ya que proporciona una base para diversificar en campos relacionados.*

En resumen, los contenidos teóricos no son solo un complemento, sino una parte integral de la educación en instrumentación electrónica. Proporcionan el marco necesario para comprender, aplicar y avanzar en el campo, asegurando que los estudiantes estén bien preparados para enfrentar desafíos reales y estén capacitados para innovar y adaptarse en una industria en constante evolución.

Las respuestas de estas herramientas se deben tomar con cuidado y espíritu crítico, pero es evidente, desde el punto de vista del profesorado universitario, que los argumentos dados son válidos en términos generales. Es especialmente interesante el vínculo entre el conocimiento de los fundamentos y la flexibilidad de la persona formada, como también lo es el vínculo con la creatividad. Este último es claro, porque de los conceptos bien asimilados se puede llegar a múltiples propuestas de solución concretas, mientras que procedimientos mecánicos de resolución de problemas pueden dar lugar a una formación más rígida y limitada, y más vulnerable ante la sustitución por la IA.

Podría argumentarse que no se discute la necesidad de que el alumnado tenga ese conocimiento, sino el modo de adquirirlo [2] [3]. En estudios de ingeniería, son indispensables las actividades de resolución de problemas y las prácticas de laboratorio. Sin embargo, estas actividades sirven para que el alumnado se enfrente a la búsqueda de soluciones de problemas que puede encontrar en su práctica profesional, tal y como se conoce en la actualidad. También sirven para que el alumnado vaya al llamado contenido teórico para buscar información y estrategias de solución, y asimile ese conocimiento, pero no pueden por sí solas proporcionar al alumnado las competencias que describe GPT-4 arriba. Sugiero al lector que también pregunte a la IA si esto es cierto, es decir, si todos los conocimientos en ingeniería se pueden adquirir mediante actividades de resolución de problemas y proyectos y prácticas de laboratorio.

Este trabajo parte de la necesidad de estudiar los llamados contenidos teóricos, y del hecho comprobado por la experiencia docente de la escasa motivación del alumnado ante este material. Se hace necesario buscar nuevas fórmulas de motivación y enseñanza de información y conceptos fundamentales [4]. Dada la relativamente reciente irrupción de las herramientas

de IA generativa, se propone usarlas para fomentar el estudio de estos contenidos. Un número creciente de publicaciones aborda el uso de estas herramientas en la docencia. Desde el punto de vista del alumnado, se encuentran usos como la tutoría, la preparación de exámenes, la realización de trabajos o la mejora de la escritura [5]. En [6] se propone su uso para la elaboración de un trabajo mediante una conversación con ChatGPT en la que el alumnado plantea las preguntas y realiza un análisis crítico. Aquí, se propone un procedimiento similar para estudiar los contenidos teóricos. En concreto, se propone que el alumnado interroge a una herramienta basada en ChatGPT acerca de una documentación proporcionada por el profesorado y haga un análisis crítico.

II. MÉTODOS

El trabajo consiste en la realización y evaluación de una actividad articulada en sesiones de preguntas y respuestas con herramientas de IA sobre conceptos de Instrumentación Electrónica.

II-A. Herramientas de IA

Las herramientas que se sugieren al alumnado para esta experiencia son:

- ChatGPT de OpenAI. Es la herramienta de IA generativa más conocida y popular. La versión gratuita disponible en estos momentos sin restricciones es la 3.5, entrenada con datos hasta enero de 2022, según la herramienta. La versión GPT-4 se presentó en marzo de 2023 y se ha entrenado por tanto con datos más recientes y un número mucho mayor de parámetros (se estima que 100 billones frente a los 175000 millones de GPT-3).
- PopAi. Esta herramienta usa GPT. Su particularidad consiste en que se puede subir un documento y hacerle preguntas específicas sobre él. Se puede usar GPT-3.5 (10 preguntas por día en la versión gratuita en el momento de escribir este artículo) y GPT-4 (2 preguntas por día en la versión gratuita en el momento de escribir este artículo). Cuando contesta a las preguntas, hace referencia a las páginas del documento en las que se basa.
- Gemini. Esta Herramienta fue proporcionada por Google en enero de 2024, sustituyendo a la anterior versión Bard. También se ha puesto disponible una versión más avanzada que requiere suscripción.
- Copilot. Es la herramienta de Microsoft. Se puede usar con su navegador Microsoft Edge. Existe también la versión de pago Microsoft 365 Copilot.

Para el trabajo, se supone que se usan las versiones gratuitas por parte del alumnado.

II-B. Trabajo previo a la sesión en clase

Por parte del profesor, el trabajo previo a la sesión en clase ha consistido en dividir el material en partes y al alumnado en grupos de cuatro personas. Cada parte del material tiene una presentación de Power Point comentada en audio y con anotaciones a mano hechas en el transcurso de la presentación. Esta presentación está disponible en el campus virtual. El

profesor establece un calendario en el que cada grupo debe trabajar sobre una parte del material. Además, se explica al alumnado lo que deben hacer en casa, y también se deja una pequeña guía en el campus virtual. Esta pequeña guía incluye consejos para hacer preguntas a la IA ("prompt engineering"), como hacer preguntas concisas y darle el contexto de la pregunta y de la persona que hace esa pregunta.

Las indicaciones para el trabajo de casa dadas al alumnado son las siguientes:

- Cada alumno/a debe proponer una pregunta sobre la parte del temario que le corresponde a su grupo. Se deben coordinar para evitar redundancias y vacíos. Asimismo, como hay dos grupos de cuatro alumnos/as (salvo alguna excepción) por cada parte del tema, se debe elegir una persona representante de cada grupo para que se coordinen las preguntas de los dos grupos.
- Se propone el uso de una herramienta que permite hacer preguntas sobre un documento en particular, en concreto Popai (sección II-A). Este documento es el un pdf generado a partir de la presentación de Power Point de la parte asignada a los grupos. Con esta herramienta hacen las preguntas sobre la materia asignada.
- Se propone al alumnado hacer las mismas preguntas a otras herramientas de IA generativa (sección II-A) que no se ciñan al contenido de un documento en concreto.
- Se propone al alumnado hacer un análisis crítico de las respuestas obtenidas. Finalmente, se le indica que remita al profesor el conjunto de preguntas y respuestas, y el análisis hecho, con tres días de antelación a la clase en la que se tratará la materia correspondiente.

El profesor analiza el documento proporcionado por los alumnos/as antes de la clase.

II-C. Trabajo en clase

El alumnado conoce previamente el día concreto en el que se va a tratar la parte de la materia en la que han trabajado. El profesor muestra las preguntas y respuestas y hace su propio análisis crítico sobre las respuestas de la IA, así como comentarios sobre el análisis de los alumnos/as. Finalmente, se invita a los representantes de los grupos a comentar los resultados de la experiencia y a la clase en general a intervenir en una discusión sobre la utilidad de la herramienta y la tarea.

II-D. Encuesta

No hay un procedimiento generalmente aceptado para medir la satisfacción y el éxito de las innovaciones docentes, por lo que se diseñan cuestionarios ad hoc [7]. El cuestionario elaborado contiene dos tipos de preguntas. En primer lugar, preguntas de tipo general, no sobre la experiencia en concreto. Aunque pensadas para el contexto de una titulación universitaria con fuerte contenido en electrónica, estas preguntas se inspiran en cuestionarios como el R-SPQ-2F (Revised Two Factor Study Process Questionnaire) [8]. Son seis preguntas, de las cuales cinco tienen respuestas multi-opción según una escala de Likert. Como regla general, cuando la pregunta trata un hecho objetivable, se dan cuatro opciones de respuesta. Por

otra parte, cuando la pregunta tiene un cariz más subjetivo y complejo, se dan cinco opciones de respuesta. Finalmente, hay una pregunta de selección múltiple para intentar obtener información de las razones por las que no se estudia la teoría. A continuación se muestran las preguntas de este bloque y las opciones de respuesta entre paréntesis.

- Honestamente, la electrónica no es una materia que me interese, en realidad preferiría que no estuviera en el plan de estudios (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- La IA me causa más desasosiego que entusiasmo, porque la veo como una amenaza y no como una ayuda (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- En general, no estudio los contenidos teóricos de la asignatura aunque el profesor los explique y evalúe, solo los problemas y las prácticas (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- En general, los profesores/as de mis estudios no explican teoría, solo hacen problemas y prácticas (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- Siento que me falta base para poder entender bien las explicaciones de clase (Muy frecuentemente, Frecuentemente, Algunas veces, Rara vez, Nunca).
- La razón por la que no estudio la teoría es... (Sí estudio teoría, No la veo suficientemente valorada en la evaluación, Me resulta aburrido estudiar teoría, No le veo sentido a estudiar teoría, se puede encontrar en Google o con herramientas de IA, No tengo tiempo, para poder estudiar todas las asignaturas tengo que sacrificar la teoría, Otra razón)

En un segundo bloque, se pregunta por la actividad en sí. En el momento de realizar la encuesta, la mitad del alumnado ha realizado el ejercicio de proponer preguntas (sección II-B), mientras que la otra mitad no lo ha hecho, aunque la parte realizada en clase (sección II-C) es para todo el alumnado. Por esta razón, hay una serie de preguntas que son generales, y otras que se dirigen al grupo que ha hecho la parte de tarea fuera de clase. Todas las preguntas tienen respuesta multi-opción según escala de Likert, excepto dos preguntas que son de respuesta larga. Entre las preguntas con respuesta según escala de Likert, al igual que en el caso de las preguntas generales, las preguntas más objetivables ofrecen cuatro opciones de respuesta, mientras que las preguntas más complejas y de respuesta más subjetivable ofrecen cinco opciones. A continuación, se muestran las preguntas del cuestionario en este bloque:

- En general, ¿qué tan satisfecho/a estás con esta experiencia docente? (Muy satisfecho/a, Satisfecho/a, Neutral, Insatisfecho/a, Muy insatisfecho/a).
- ¿En qué medida esta experiencia te motivó a estudiar teoría? (En gran medida, Bastante, Poco, Nada).
- ¿En qué medida esta experiencia te ayudó a comprender

mejor los conceptos teóricos? (En gran medida, Bastante, Poco, Nada).

- Pensaba que la actividad me iba a facilitar un conjunto de preguntas y respuestas concretas que estudiar para el examen, en lugar de las transparencias (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- La actividad es interesante, pero ocupa demasiado tiempo en clase (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- He echado de menos mayor participación del alumnado en clase (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- Con esta actividad, he aprendido aspectos transversales, como saber más de las ventajas y limitaciones de las herramientas IA, cómo usarlas, y analizar de forma crítica las respuestas de la herramienta (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- Con tus propias palabras, describe qué aspectos de esta experiencia te parecieron más útiles.
- Con tus propias palabras, describe cualquier sugerencia que tengas para mejorar esta experiencia en el futuro.

Las preguntas solo para el alumnado que ha hecho la parte del trabajo fuera de clase son:

- La experiencia me ayudó a mejorar la habilidad de analizar material teórico (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- La experiencia me ayudó a mejorar mi habilidad para identificar aspectos clave (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- El trabajo previo en casa con mis compañeros/as me ha resultado interesante por suponer colaboración y discusión (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).
- El trabajo de casa lo hemos hecho individualmente, no nos hemos reunido (física o telemáticamente) para discutir sobre ello (Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo).

III. RESULTADOS

Los resultados que se muestran se obtuvieron a partir de la realización de la actividad propuesta en la asignatura de Instrumentación Electrónica de tercer curso del Grado de Ingeniería en Electrónica, Robótica y Mecatrónica por las universidades de Málaga y Sevilla (la experiencia se hizo en la UMA).

III-A. *Perspectiva de los profesores*

La actividad se planteó al alumnado sin una evaluación asignada, dada la incertidumbre sobre su desarrollo. A pesar de

ello, la mayoría del alumnado se apuntó rápidamente a un grupo de trabajo, lo que indica un interés inicial considerable. Para la primera sesión, el profesor revisó las preguntas propuestas por el alumnado y las respuestas obtenidas con las herramientas de IA. También propuso preguntas alternativas para dar ejemplos de cómo obtener respuestas más concretas y cercanas a su contexto, y recopiló las respuestas para mostrarlas en clase. Una vez en clase, la revisión llevó un tiempo mayor del previsto, entre otras cosas por la lectura de algunas respuestas largas. Esta lectura parece producir pérdida de interés y atención. En las siguientes sesiones, tras explicar brevemente sobre las transparencias la materia correspondiente, el profesor leyó las preguntas del alumnado. En estas ocasiones no se leyeron las respuestas, sólo algún fragmento, sobre todo para destacar incoherencias e incorrecciones. Es decir, el profesor hizo su propio análisis crítico de las respuestas. Se hicieron cuatro sesiones de entre media hora y tres cuartos de hora de duración. El material resultante, tanto proporcionado por el alumnado como por los profesores, se dejó en el campus virtual como material auxiliar y de consulta.

En cuanto al trabajo del alumnado, muchas veces hacen preguntas muy generales y achacan a la herramienta falta de concreción. Se nota la necesidad de adquirir experiencia preguntando a la herramienta, o quizá haciendo preguntas, en general (no se pregunta mucho en clase). Las preguntas a veces son bastante directas, y otras son curiosidades que amplían mucho más allá del alcance de la asignatura. Normalmente, la crítica que se hace es sobre la forma de la respuesta, no sobre el fondo. En el transcurso de la experiencia, se ve que las herramientas de IA son útiles, pero también dan respuestas incorrectas e inventadas, a día de hoy. Por ello, para usarlas como referencia para el aprendizaje, se debe tener cuidado, ya que los alumnos pueden no percibir los errores. Es por tanto muy aconsejable que se usen varias herramientas, no una sola, y recurrir a fuentes solventes sobre la materia.

Finalmente, no se consiguió que hubiera debate entre el alumnado en clase, principalmente por falta de tiempo con la planificación hecha. Únicamente se dio opción a que los representantes de los grupos comentaran la experiencia.

III-B. *Perspectiva del alumnado*

Las figuras Fig.1-17, y las tablas Tabla I y Tabla II recogen las respuestas de la encuesta definida en la sección II-D. Los comentarios sobre las respuestas se recogen en la sección IV.

IV. DISCUSIÓN

En primer lugar, un máximo de 37 respuestas se obtuvieron en las preguntas de la encuesta, siendo 70 los alumnos en las actas. Conforme transcurren las semanas, hay un descenso de la asistencia a clase. Es algo que se observa por otros compañeros/as, y se ha acentuado tras la pandemia. En el caso de la asignatura en la que se ha hecho la prueba, todo el material, tanto las presentaciones teóricas como los problemas propuestos, se ponen de forma planificada a disposición del alumnado en el campus virtual comentados en audio y de forma manuscrita con una tableta digitalizadora. Esto permite

al alumnado estudiar a su ritmo y por su cuenta, aunque desincentiva la asistencia. En cuanto a la actividad concreta objeto de este trabajo, la primera sesión atrajo una asistencia significativa, pero ésta se redujo en las siguientes sesiones. La impresión del profesor es que la asistencia sigue la tendencia antes descrita. Otro factor a considerar en la pérdida de interés es muy probablemente la falta de interacción que hubo desde el principio. Finalmente, pensamos que el alumnado no tiene mucha paciencia, y tiende a formar una opinión de la utilidad de una actividad rápidamente. Esto es difícil de hacer compatible con plantear actividades que pueden necesitar ajustes. Como aspecto positivo, el alumnado participó en cuanto a las entregas de la actividad fuera de clase, pese a que no era una actividad evaluable. Finalmente, si consideramos al alumnado que ha contestado como el más motivados e interesado, las conclusiones de la encuesta podrían tener un sesgo.

En lo que respecta a las preguntas no ligadas directamente con la actividad, en general el alumnado dice estar interesado en la materia de la electrónica (Fig.1). El 35,1 % dicen que con frecuencia sienten que les falta base para entender bien las explicaciones de clase (Fig.2). Asimismo, en general no perciben a la Inteligencia Artificial como una amenaza, y sí como una ayuda, en este momento (Fig.3). En general, dicen que el profesorado explica teoría de las materias que imparten (Fig.4). Ante la pregunta directa de si se estudia teoría o solo problemas y prácticas, dicen estudiar los contenidos teóricos, aunque una amplia minoría (31,5 %) dice que no los estudia (Fig.5). Esta respuesta difiere algo cuando se pregunta por las razones por las que no se estudia la teoría (Fig.6), ya que solo el 44,4 % afirma que sí la estudia (es posible que no se dieran cuenta de que podían seleccionar más de una respuesta en esta pregunta). Las principales razones para no estudiar teoría son la falta de tiempo y que resulta aburrida.

Sobre la experiencia en concreto, a un 45.9 % les ha resultado satisfactoria (Fig.7), aunque un porcentaje amplio no parece haberla encontrado suficientemente satisfactoria (el 37,8 % tiene una opinión neutral) . La conclusión es de una moderada satisfacción, probablemente por las deficiencias que tuvo la puesta en práctica. Una mayoría (78,4 %) considera que la experiencia les ha motivado poco o nada a estudiar la teoría (Fig.8), y un (56,7 %) dicen que la experiencia les ayudó poco o nada a comprender los conceptos teóricos, aunque el resto (43,3 %) sí dice que les ha ayudado (Fig.9). Algunos dicen que les ayudó a entender conceptos complejos y a asimilar la teoría, y también que les obligó a estudiar teoría (Tabla I). La mayoría no pensaban que la actividad les iba a dar un conjunto de preguntas a estudiar en el examen, pero una amplia minoría (40,5 %) sí lo pensaban (Fig.10). La mayoría (56,7 %) piensan que la actividad ocupa demasiado tiempo en clase (Fig.11). Una gran mayoría (81,1 %), ha echado de menos mayor participación del alumnado en clase (Fig.12). Más consenso hay en cuanto al uso de herramientas de IA, ya que una amplia mayoría (83,3 %) dice haber aprendido aspectos transversales relativos al uso de herramientas IA (Fig.13). Destacan el aprendizaje sobre cómo preguntar, y el análisis crítico (Tabla I). En cuanto a aspectos relativos al

trabajo fuera de clase, parece que el alumnado percibe que les ayuda en el análisis del material y en la identificación de aspectos clave (Figuras 14 y 15), pero no se ha hecho un trabajo colaborativo en general (Figuras 16 y 17).

De los resúmenes anteriores, cabe concluir que la experiencia tuvo un éxito moderado en cuanto al objetivo de motivar en el estudio de la teoría. El tiempo limitado parece una razón clara para no estudiarla. Sin embargo, aunque dicen que el peso en la evaluación no es la razón para no estudiarla, es evidente que, ante la falta de tiempo, dan prioridad a lo que más peso tiene en las calificaciones, y por tanto relegan el estudio de la teoría frente a los problemas. Esto se podría abordar cambiando el peso de la evaluación o poniendo mínimos. Cabe también el debate de si, en conjunto, los temarios son demasiado extensos, o si el esfuerzo del alumnado es insuficiente. La falta de atractivo de la teoría es la otra gran razón de que no se estudie. En este sentido, la lección magistral no parece la fórmula de mayor éxito para incentivar su estudio. La actividad realizada, se ha recibido con una tibia satisfacción en cuanto a herramienta de motivación, pero una causa muy plausible de esa tibieza es la falta de participación del alumnado. Gran parte de las sugerencias de mejora hechas van en la dirección de hacer la experiencia más interactiva (Tabla II), con una participación más activa del alumnado, y que se contemple en la evaluación.

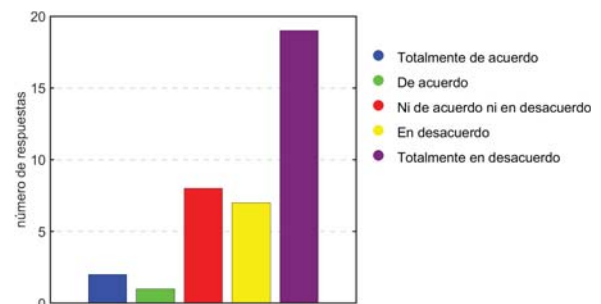


Figura 1. Honestamente, la electrónica no es una materia que me interese, en realidad preferiría que no estuviera en el plan de estudios.

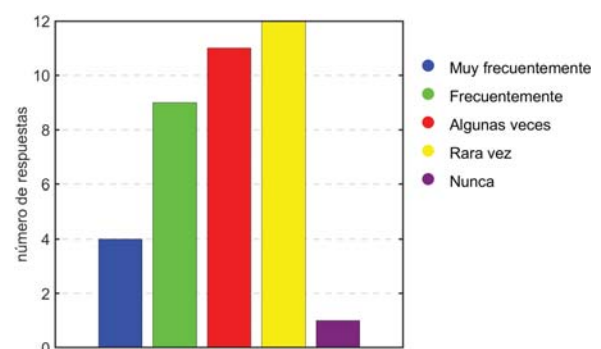


Figura 2. Siento que me falta base para poder entender bien las explicaciones de clase.

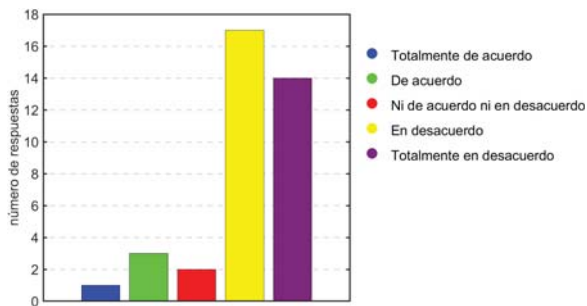


Figura 3. La IA me causa más desasosiego que entusiasmo, porque la veo como una amenaza y no como una ayuda.

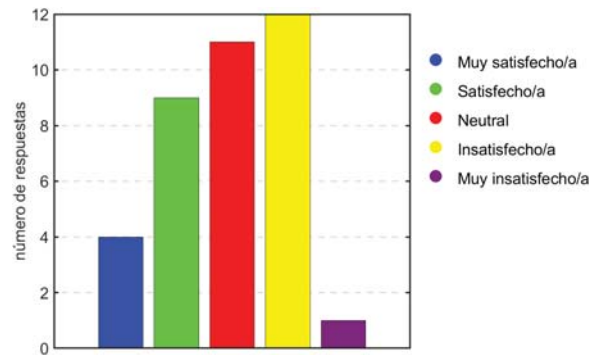


Figura 7. En general, ¿qué tan satisfecho/a estás con esta experiencia docente?

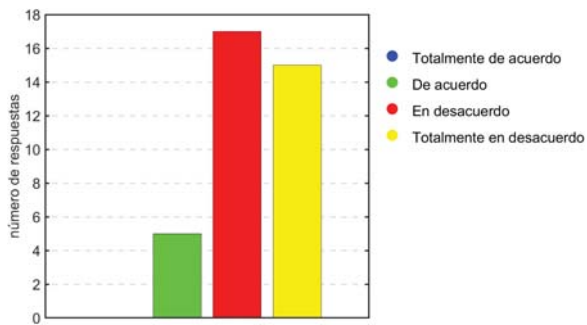


Figura 4. En general, los profesores/as de mis estudios no explican teoría, solo hacen problemas y prácticas

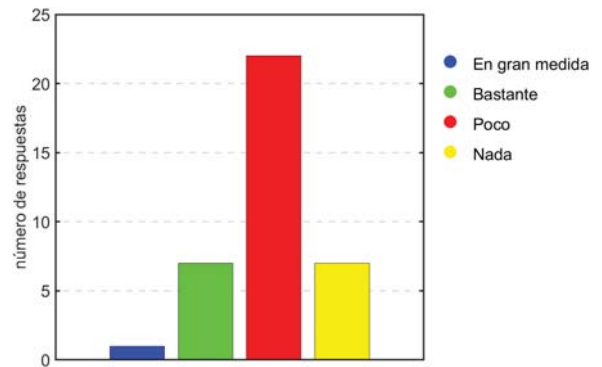


Figura 8. ¿En qué medida esta experiencia te motivó a estudiar teoría?

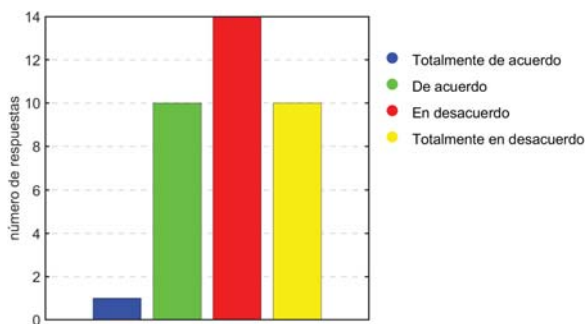


Figura 5. En general, no estudio los contenidos teóricos de la asignatura aunque el profesor los explique y evalúe, solo los problemas y las prácticas.

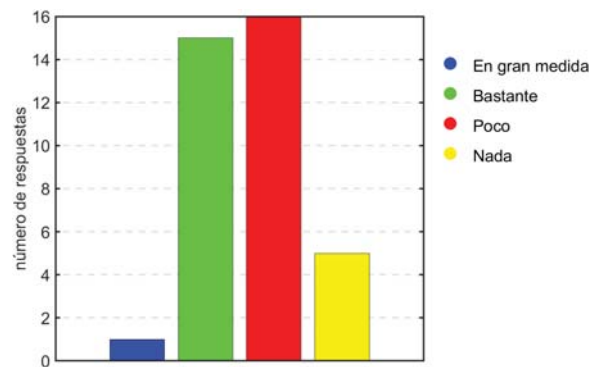


Figura 9. ¿En qué medida esta experiencia te ayudó a comprender mejor los conceptos teóricos?

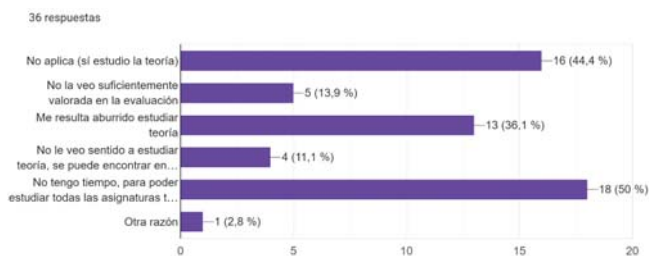


Figura 6. La razón por la que no estudio la teoría es...

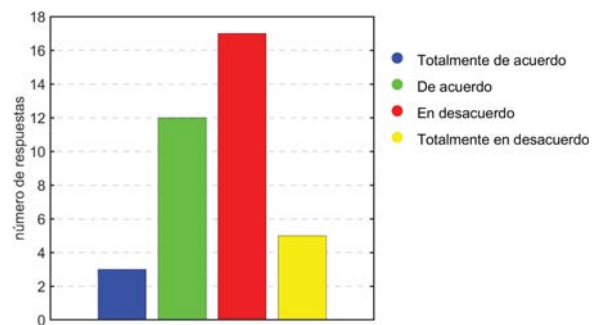


Figura 10. Pensaba que la actividad me iba a facilitar un conjunto de preguntas y respuestas concretas que estudiar para el examen, en lugar de las transparencias.

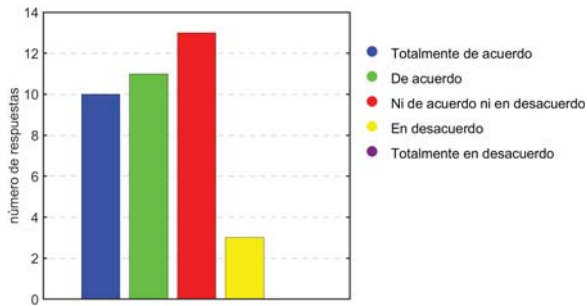


Figura 11. La actividad es interesante, pero ocupa demasiado tiempo en clase.

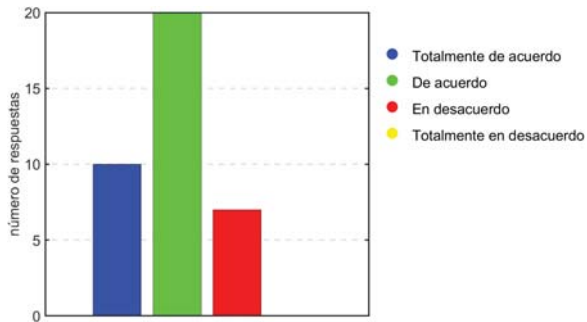


Figura 12. He echado de menos mayor participación del alumnado en clase.

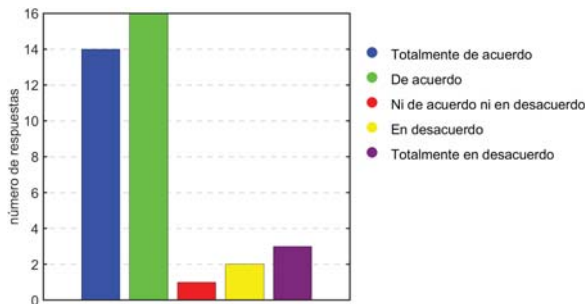


Figura 13. Con esta actividad, he aprendido aspectos transversales, como saber más de las ventajas y limitaciones de las herramientas IA, cómo usarlas, y analizar de forma crítica las respuestas de la herramienta.

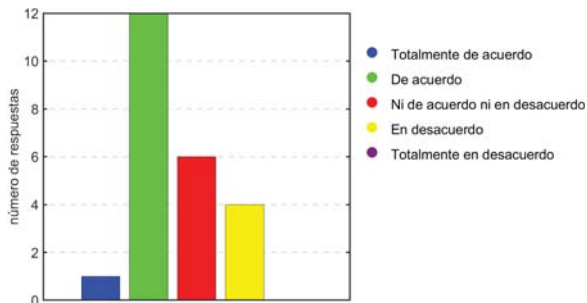


Figura 14. La experiencia me ayudó a mejorar la habilidad de analizar material teórico.

Tabla I
CON TUS PROPIAS PALABRAS, DESCRIBE QUÉ ASPECTOS DE ESTA EXPERIENCIA TE PARECIERON MÁS ÚTILES

<i>Resuelven dudas de alguna cosa que no se han planteado pero es importante</i>
<i>Las explicaciones del profesor, dando más soluciones que las de la IA</i>
<i>Uso de la IA</i>
<i>Los comentarios en clase</i>
<i>Saber preguntar a la inteligencia artificial</i>
<i>La capacidad de simplificar de la IA, aun así es poco útil si no conoces previamente lo que preguntas ya que puede responder erróneamente</i>
<i>Aprender a manejar IA</i>
<i>El pensar buenas preguntas que hacerle a la IA</i>
<i>Saber cómo utilizar mejor la IA y cómo preguntarle para llegar a obtener la información deseada</i>
<i>El enfoque y la experiencia del profesor en el uso de las IA, me ha ayudado a comprender mejor como formular preguntas e interpretar las respuestas. Además de que uno siempre tiene que tener opinión crítica</i>
<i>El hecho de tener que realizar las preguntas hace que te tengas que meter en el tema a estudiar</i>
<i>Te permite experimentar con distintas inteligencias artificiales, haciendo un análisis crítico de sus respuestas</i>
<i>Interioricé un poco el uso de la IA en mi día a día estudiantil</i>
<i>Conocer la capacidad de la IA en temas mucho más técnicos como es la electrónica y cómo falla en algunos aspectos, también cómo tiende a dar respuestas muy generales, aunque eso puede estar condicionado con cómo se hace la pregunta</i>
<i>El razonar al respecto de un tema de la teoría ya que sirve para interiorizarlo</i>
<i>Observar las limitaciones de la IA, ya que a veces se equivoca o no es útil, mientras que a veces es muy práctica y explica bien</i>
<i>En tener más cuidado a la hora de utilizar esta herramienta debido a los errores que suele cometer</i>
<i>Ha sido útil para conocer las limitaciones de la IA actual en el campo de la electrónica y los sensores. También he recibido un consejo muy importante por parte del profesor: situarte a la hora de hacer prompts: "Soy un estudiante de..."</i>
<i>El hecho de poder desarrollar pensamiento crítico a la hora de buscar información, concretamente un gran aprendizaje a la hora del uso de las IA</i>
<i>El apartado anterior creo que lo resume bien. El saber y el conocimiento que extraigo de este ejercicio está más centrado en la herramienta en sí y sus cualidades positivas y negativas. No está tan centrado en la teoría, la cual me gusta obtener de otro tipo de fuentes.</i>
<i>El uso de la IA me ayudó a comprender mejor conceptos complejos</i>
<i>El análisis crítico de las capacidades y limitaciones de las IAs además de una introducción relativamente ligera a algunos sensores</i>
<i>Descubrir nuevos servicios de IA</i>
<i>Saber que la IA comete muchos errores</i>
<i>Me pareció muy útil ver qué es una asignatura actualizada. Es la única que tengo este año que ha hablado sobre la IA y sobre el uso y la actitud crítica con las respuestas de ésta. Me parece que más asignaturas deberían copiar la idea. Sin embargo, pese a que la idea es muy buena y la experiencia enriquecedora, ha sido poco dinámica y creo que se podía haber obtenido una conclusión sin dilatar la actividad tanto en el tiempo o se tendría que haber hecho más interactiva</i>
<i>Saber filtrar la información que recibimos y abrimos la puertas a usar estas nuevas tecnologías</i>
<i>Nunca se me había pasado por la cabeza coger el pdf de las diapositivas y preguntar a la ia, y puede ser muy útil</i>
<i>Saber hacer prompts, cómo hacer preguntas para obtener las respuestas que busco</i>
<i>Nada nuevo</i>
<i>Prompt engineering</i>

Tabla II
CON TUS PROPIAS PALABRAS, DESCRIBE CUALQUIER SUGERENCIA QUE
TENGAS PARA MEJORAR ESTA EXPERIENCIA EN EL FUTURO

<i>Que se haga antes de la explicación de teoría, que sea la instrucción de la clase y que los alumnos estén más activos</i>
<i>Preguntas ya hechas y una explicación después de estas</i>
<i>Más interacción</i>
<i>Comprimir más los temas, y reducir las preguntas</i>
<i>Hacer que la clase sea más participativa</i>
<i>Que el profesor proponga una serie de preguntas que considere interesantes a investigar por los alumnos sobre el tema</i>
<i>Me ha gustado la experiencia</i>
<i>Siendo más dinámica, mayor participación e implicación del resto de compañeros</i>
<i>Reducir la cantidad de grupos y preguntas</i>
<i>Buscar alguna forma de que al igual que he investigado al respecto de mi tema, se incentive a realizar con el resto. Ya que así es cuando más he aprendido</i>
<i>Combinar la teoría con las preguntas de la IA y no hacerlo por separado (es decir no explicar teoría y al final decir las preguntas)</i>
<i>Creo que es útil que los estudiantes le preguntemos dudas a la IA en nuestra casa, pero valoro más el conocimiento que nos puede aportar un profesor humano con años de experiencia en la materia. Principalmente porque es difícil que la IA comprenda completamente el contexto de las preguntas</i>
<i>Mayor implicación de los estudiantes, el propio grupo debería dar el tema, además quizás estaría bien premiar la participación a la hora de que otros estudiantes (que no sean el grupo) realicen preguntas sobre el tema. Ya que ayudaría a poner más implicación en esta actividad además de reforzar las ideas que busca mejorar</i>
<i>Centrarla en lo que sirve (a mi humilde parecer), que es concienciar sobre los riesgos y beneficios de las IAs</i>
<i>Que los alumnos participaran en la actividad presentando ellos mismos lo que han sacado en claro de las preguntas a la IA y que ya luego el profesor corrigiese los puntos erróneos</i>
<i>Considero que se podría mejorar si se aumenta la participación de los alumnos, se dan algunas ideas iniciales sobre cómo llevar o plantear las preguntas y si se hace una división del temario con temáticas más generales (unos grupo para todos los sensores térmicos, otros para los de desplazamiento, ...)</i>
<i>Las IAs de carácter genérico (modelos no entrenados para una aplicación específica) son demasiado jóvenes para ser fiables en campos concretos. Estudiar la viabilidad de entrenar un modelo específico para la asignatura podría ser interesante (y demasiado complejo)</i>
<i>Que cada grupo busque curiosidades sobre cada parte que le resulten interesantes a los alumnos</i>
<i>Haría que los alumnos saliesen a la pizarra y explicasen lo que han obtenido durante el ejercicio junto con un cuestionario (posiblemente evaluado) sobre las preguntas que han buscado los compañeros</i>
<i>Me parecería apropiado que sean los propios alumnos los que presenten el tema, de tal modo que interioricen lo preguntado sobre el temario y además muestren lo aprendido respecto a la IA (su experiencia)</i>
<i>Poner algún problema de examen y ver si la IA es capaz de hacerlo o no</i>
<i>Quizás comparar las respuestas obtenidas con el contenido en la diapositivas para agilizar la exposición y, a su vez, avanzar en el temario</i>
<i>Eliminarla de las sesiones de clase y ponerla como optativa</i>
<i>Que al inicio de cada sesión del ejercicio, sean los alumnos los que hablen y empiecen a explicar por qué han hecho esas preguntas y qué les pareció la respuesta de la IA. El ejercicio está bien pensado en mi opinión, pero le falta dinamismo a la hora de hablar de él en clase. Debería ser un verdadero debate. Para ello creo que los que deben tener la palabra desde el principio son los alumnos, y que el profesor haga algunos comentarios puntuales. De esta manera se hace un poco aburrido, pero mis felicitaciones al profesor por tratar de hacer algo distinto y sobre todo de pasar esta encuesta para conocer nuestra opinión</i>
<i>Al final la gente es muy vaga y no estudia teoría porque no tienen un estímulo. A mi parecer ciertos exámenes (tipo test) cada cierto tiempo sobre preguntas teóricas me parecería una buena idea para que la gente aprendiese la teoría</i>

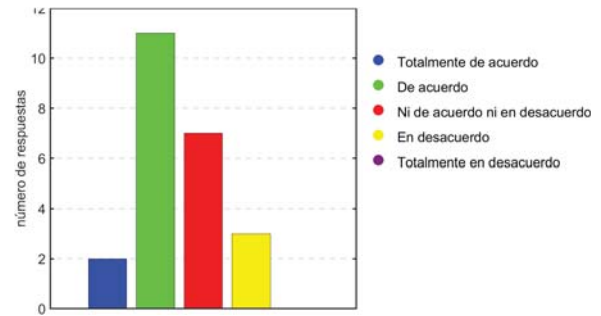


Figura 15. La experiencia me ayudó a mejorar mi habilidad para identificar aspectos clave.

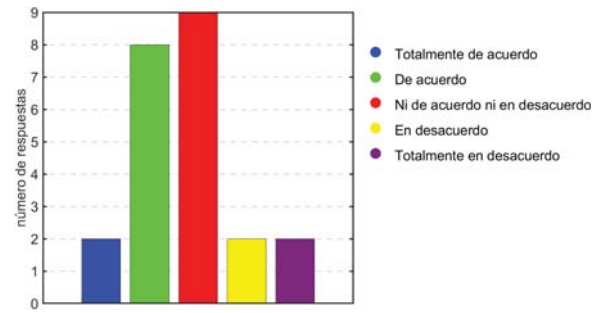


Figura 16. El trabajo previo en casa con mis compañeros me ha resultado interesante por suponer colaboración y discusión.

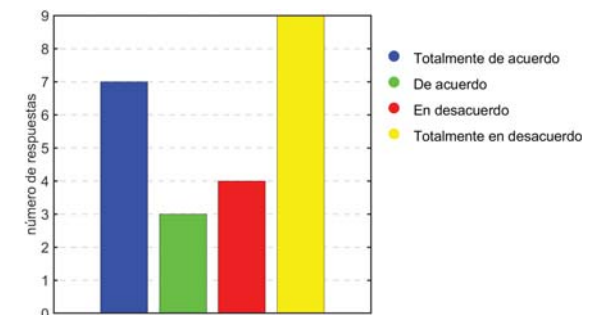


Figura 17. El trabajo de casa lo hemos hecho individualmente, no nos hemos reunido (física o telemáticamente) para discutir sobre ello.

V. CONCLUSIONES

Como principales conclusiones, es destacable que la actividad ‘fuerza’ al alumnado a preguntar, cosa que no hacen habitualmente en clase, y parece una fórmula que despierta moderado interés. Sin embargo, hay que planificarla adecuadamente y darle su espacio para que haya una mayor interacción entre el alumnado en clase. Resulta conveniente una guía del profesorado en el trabajo previo a la clase, que ayude en el análisis crítico, ya que se observa que les falta madurez y tienden a hacer la crítica sobre aspectos de forma, más que de fondo. La tutoría debe también fomentar el trabajo colaborativo previo a la sesión de clase, que en esta experiencia ha sido limitado. Esta guía también es necesaria debido a las incorrecciones que a menudo tienen las respuestas de la

IA en la actualidad. Finalmente, es aconsejable contemplar la actividad en la evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los alumnos y alumnas su participación en la experiencia y las respuestas constructivas en la encuesta.

REFERENCIAS

- [1] M. Sigman and S. Bilinkis, *ARTIFICIAL*, S. Penguin Random House Grupo Editorial, Ed. Barcelona: DEBATE, 2023.
- [2] C. D. Schunn and E. M. Silk, "Learning Theories For Engineering and Technology Education," *Fostering Human Development Through Engineering and Technology Education*, pp. 3–18, 2011.
- [3] P. Maclaren, "How is that done? Student views on resources used outside the engineering classroom," *European Journal of Engineering Education*, vol. 43, no. 4, pp. 620–637, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1396445>
- [4] E. Corral Abad, M. J. Gómez García, E. Diez-Jimenez, P. M. Moreno-Marcos, and C. Castejón Sisamon, "Improving the learning of engineering students with interactive teaching applications," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 29, no. 6, pp. 1665–1674, 2021.
- [5] H. Allam, J. Dempere, V. Akre, D. Parakash, N. Mazher, and J. Ahamed, "Artificial Intelligence in Education: An Argument of Chat-GPT Use in Education," *2023 9th International Conference on Information Technology Trends, IIT 2023*, pp. 151–156, 2023.
- [6] F. P. Romero, J. Serrano-Guerrero, J. A. López-Gómez, L. Jiménez-Linares, and J. Martín-Baos, "Experiencia docente preliminar con ChatGPT: desafíos y adaptaciones," *Actas de las JENUI 2023*, vol. 8, pp. 205–208, 2023.
- [7] D. Román-Sánchez, J. M. De-La-Fuente-Rodríguez, A. Paramio, J. C. Paramio-Cuevas, I. Lepiani-Díaz, and M. R. López-Millan, "Evaluating satisfaction with teaching innovation, its relationship to academic performance and the application of a video-based microlearning," *Nursing Open*, vol. 10, no. 9, pp. 6067–6077, 2023.
- [8] K. D. Biggs, J. and D. Leung, "The revised two-factor Study Process Questionnaire: R-SPQ-2F," *British Journal of Educational Psychology*, vol. 71, no. 1, pp. 133–149, 2001. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1348/000709901158433>