

Explorando Chat-GPT para su uso en asignaturas de Instrumentación Electrónica y Biomédica

Rafael Navas-González
Dpto. de Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
ORCID: 0000-0002-4453-9660

Fernando Vidal-Verdú
Dpto. de Electrónica
Universidad de Málaga
Málaga, España
ORCID: 0000-0002-5459-8306

Resumen—En este trabajo se explora el uso de la Inteligencia Artificial Generativa (Chat-GPT) en las asignaturas Instrumentación Electrónica e Instrumentación Biomédica como herramienta para introducir y afianzar conceptos teóricos, y trabajar competencias transversales: lectura y escritura en el contexto de la ingeniería.

Palabras clave—Chat-GPT, competencias transversales, lectura y escritura en ingeniería, docencia en electrónica, inteligencia artificial generativa.

I. INTRODUCCION

La adquisición del lenguaje y la escritura propios de una rama del saber no debe ser ajena a la enseñanza de sus contenidos, por lo que su práctica, de acuerdo con diversos autores, debería ser abordada en el contexto de las mismas asignaturas en la que se presentan [1][2][3]. A menudo, en las carreras técnicas los estudiantes solo producen textos para ser evaluados, (informes, memorias de prácticas, y/o respuestas a cuestiones en los exámenes escritos), de los cuales, muchas veces, no reciben una adecuada realimentación, más allá de una calificación global, que les instruya sobre la precisión y calidad de los términos y usos del lenguaje especializado que deben emplear. Por otra parte, en muchas de estas producciones es habitual encontrar la “reutilización” de materiales y textos, encontrados en internet u otras fuentes, sin apenas una reflexión o reelaboración, sin más fin que el de cumplir con la entrega encomendada por el profesor; por lo que, en muchas ocasiones, los trabajos que presentan resultan pastiches, poco eficaces para el propósito de consolidar aprendizaje de contenidos y competencias. En este sentido, la aparición de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) Generativa como Chat-GPT [4], ha creado expectativas, al tiempo que ha disparado las alarmas y la preocupación en el ámbito educativo, como demuestra la cantidad de trabajos que desde su lanzamiento en 2022 se han publicado sobre experiencias, uso y posible impacto en el ámbito de la educación en muy diferentes campos [5][6][7][8][9]; y principalmente en lo que atañe a su impacto en los hábitos y procedimientos de evaluación [10]. La capacidad de estas herramientas de generar ensayos e informes que compiten y superan los generados por humanos, también está siendo objeto de evaluación [11][12]. Dado que, como ya ha ocurrido en otras ocasiones, este tipo de tecnologías disruptivas están aquí para quedarse, y estamos solo en el principio, este trabajo aborda una exploración personal de esta herramienta con el propósito de adquirir experiencia y perfilar actividades docentes en el contexto de algunas de las asignatura de grado que los autores imparten en la actualidad. La exploración se ha orientado principalmente hacia estimar su uso como medio para fomentar una lectura crítica, partiendo de los resultados proporcionados por Chat-GPT 3.5 (versión disponible

gratuitamente en la actualidad), y en base al conocimiento que se espera que los estudiantes adquieran con el estudio de los documentos, material docente y la bibliografía utilizada en clase. Se explora también la posibilidad de utilizar sus respuestas como modelo para trabajar competencias de escritura en este contexto de la ingeniería.

En el siguiente apartado se presenta el contexto académico y docente de las asignaturas sobre las que se va a explorar el uso de Chat-GPT 3.5, poniéndolo en relación con el propósito y motivación de la experiencia. A continuación se describe la metodología que se ha empleado, basada principalmente en la interacción con la herramienta. Se sigue con algunos ejemplos de las cuestiones que se han planteado, de las respuestas proporcionadas y de la revisión y evaluación que de esas respuestas hemos realizado. Este trabajo termina con una sección en la que se recogen las principales conclusiones, una reflexión personal sobre la experiencia y posibles actividades para llevar al aula.

II. CONTEXTO ACADÉMICO Y MOTIVACIÓN

Aunque con una orientación eminentemente práctica, como corresponde a asignaturas de ingeniería, habitualmente, en la mayoría de los temas que desarrollan la materia Instrumentación Electrónica se introducen también conceptos generales, como son el concepto de medida de magnitudes, la incertidumbre asociada dicha medida y su caracterización. Se abordan también cuestiones generales sobre los sistemas de medida y sus principales bloques constitutivos. Asimismo, se presentan los principales parámetros que se emplean en su caracterización, tanto estática como como dinámica, y que se utilizan en la práctica para establecer criterios y evaluar prototipos, o para seleccionar el sistema más adecuado para cumplir con los requerimientos de una medida, dentro de las posibles opciones de mercado y recursos disponibles.

Otros contenidos que habitualmente se incluyen en estas asignaturas son el estudio de sensores, como bloques fundamentales de un sistema de medida, incidiendo en sus principios de funcionamiento, su clasificación atendiendo a diferentes criterios, así como a un conjunto de características que permiten al ingeniero estimar su adecuación para formar parte de un determinado sistema de medida. Junto a los sensores, se presentan también los diferentes dispositivos, circuitos y técnicas de acondicionamiento de las señales que estos proporcionan. Estos contenidos aportan terminología propia, que es necesario comprender, identificar y saber cómo y cuándo utilizar.

En definitiva, junto a contenidos y metodología prácticos, en estas asignaturas se introduce un número importante de conceptos, definiciones y términos, que podríamos llamar “de teoría”, que un ingeniero debería entender y manejar, para

comprender y responder a las cuestiones que se le puedan plantear, y que a su vez constituyen los elementos de lenguaje con los que debería expresar y comunicar sus ideas y exponer sus resultados, tanto de forma oral, como escrita.

Consideramos pues que nuestros estudiantes deberían adquirir y desarrollar una base sólida en estas cuestiones teóricas, y en ello insistimos cuando abordamos y presentamos estos contenidos en clase. Y por ello, en las pruebas escritas de evaluación, siempre aparecen preguntas que tratan de medir cómo los estudiantes asimilan estos conceptos, y testar así si han sido capaces de entenderlos y de expresarse haciendo un uso adecuado de ellos. Sin embargo, en general, los textos generados, tanto en pruebas de evaluación, memorias de prácticas, u otros documentos, muestran que los estudiantes prestan poca atención y cuidado a aprenderlos y emplearlos adecuadamente y con propiedad. Parece como si el estudiar teoría no tuviera importancia, no tuviera sentido o no “molase” para ellos. Esto se muestra claramente en los exámenes donde las respuestas, tanto a las cuestiones específicas de teoría, como a los problemas, ponen de manifiesto, no solo una falta de conocimiento y asimilación de conceptos fundamentales, sino un déficit en su capacidad de expresar, organizar y justificar ideas y argumentos que soporten un discurso coherente; que incluso hace sospechar, en ocasiones, sobre la correcta comprensión de los enunciados de las preguntas planteadas. Aunque cabría pensar que para estudiantes universitarios las competencias de lectura y escritura deberían darse por adquiridas, también es cierto que las particularidades del uso del lenguaje en una determinada materia no es algo ajeno al aprendizaje de dicha materia, y que dichas capacidades deberían ser trabajadas como parte del aprendizaje de la asignatura en cuestión, como sugiere [1].

En este sentido, la capacidad de interacción con el interpelante y de proporcionar respuestas, que parece atribuirse a herramientas como Chat-GPT, hacen atractivo explorar su capacidad y habilidad como recurso para incentivar y retar a los estudiantes a utilizarlas para contrastar sus conocimientos, fomentando, al mismo tiempo, una visión crítica de dicha interacción, que los lleve a complementar su aprendizaje. A la par, esta interacción podría orientarse también a invitarles a practicar, para mejorar, su capacidad de escritura, explorando la posibilidad de utilizar las respuestas de Chat-GPT como modelo. Por su puesto, todo ello, sin descuidar, en este proceso, la propia interacción con el profesor y la colaboración y discusión entre compañeros.

III. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

En este trabajo se plantea como objetivo estimar la capacidades de Chat-GPT 3.5 para proporcionar respuestas adecuadas, correctas y precisas, que puedan contribuir tanto al aprendizaje activo de los estudiantes de asignaturas de Instrumentación Electrónica, así como para fomentar la lectura crítica, y servir de modelo de respuesta escrita a las cuestiones que se les planteen en este ámbito.

Como método de trabajo se parte del diálogo con Chat-GPT 3.5, y del análisis de sus respuestas y capacidad de interacción. Inicialmente se plantean algunas cuestiones generales sobre la materia Instrumentación Electrónica y la formación de un ingeniero en esta materia, para proporcionar un contexto, y a continuación se pregunta sobre la ayuda que Chat-GPT puede proporcionar para conseguir los objetivos de este trabajo, con la intención de fijar un punto de vista de

partida. Las respuestas se analizan y valoran atendiendo a su coherencia, veracidad y significado real en este contexto.

En una segunda fase se plantean a Chat-GPT 3.5 cuestiones sobre contenidos que desarrollan el temario y las competencias de nuestras asignaturas. En concreto se plantean cuestiones del mismo nivel que el de las que se formulan a los estudiantes, como guía de lectura y estudio, en las relaciones de cuestiones de clase, y/o aparecen en los enunciados de los exámenes. Aquí se distingue entre varios tipos de cuestiones: por una parte se plantean preguntas más directas relativas a definiciones y términos, usados en este ámbito; por otra, cuestiones más generalistas y de respuesta más abierta; y por último, preguntas en las que se pide desarrollar un tema cuya respuesta exige resumir y relacionar diferentes aspectos presentados a lo largo de uno o más temas o apartados del temario. A continuación se analizan y valoran las respuestas en el contexto de las asignaturas consideradas, atendiendo a diversos criterios, como son: adecuación, veracidad, corrección y rigor. En este análisis se incluye el posible diálogo y realimentación de Chat-GPT, incluida la reformulación de preguntas. También se considera el valor formal del texto generado, en la medida en que puede ser utilizado como modelo, referente o guía para las respuestas que se espera que los estudiantes proporcionen por sí mismos, sin la ayuda de la herramienta.

IV. RESULTADOS

A. Cuestiones generales sobre Instrumentación Electrónica y sobre la ayuda que puede proporcionar Chat-GPT.

Estas son algunas de las cuestiones con las que se ha interpelado a Chat-GPT 3.5 en una primera fase:

- G1 ¿Qué debería estudiar un ingeniero en una asignatura básica de instrumentación electrónica?
- G2 ¿Es posible enseñar y evaluar el aprendizaje de todos estos contenidos solo a través de problemas y prácticas de laboratorio?
- G3 ¿Cómo de importante es para un ingeniero electrónico desarrollar sus capacidades de lectura y escritura?
- G4 ¿Cómo podrían trabajarse las habilidades de lectura y escritura específicas de una asignatura de instrumentación electrónica?

Chat-GPT 3.5 proporciona respuestas coherentes a estas cuestiones, que se corresponden con los contenidos y competencias que habitualmente se atribuyen y desarrollan en estas asignaturas en las distintas titulaciones en las que se inscriben. Resulta interesante destacar que en su respuesta a la pregunta G2 destaca la importancia de proporcionar *una base teórica sólida*, como soporte del resto de tareas de aprendizaje práctico, así como el importante papel que la *creatividad* debe jugar en la actividad del ingeniero.

Por otra parte, en su resumen, la respuesta a G3 destaca:

“... desarrollar habilidades sólidas de lectura y escritura es de vital importancia para un ingeniero electrónico, ya que les permite comunicarse efectivamente, comprender documentación técnica, presentar propuestas y proyectos, colaborar en equipos y mantenerse actualizados con los avances en su campo.”

Con estas ideas podríamos estar de acuerdo la mayoría de los docentes que impartimos disciplinas de ingeniería.

También merece la pena mencionar que en la respuesta a la pregunta G4, se proporciona un listado de tareas y actividades para trabajar las habilidades de lectura y escritura, entre las que destacan:

“Fomentar la lectura activa de textos técnicos. Enseñar análisis crítico de la información. Practicar la síntesis y resumen de conceptos clave. Desarrollar habilidades de escritura técnica, como la redacción de informes y propuestas. Proporcionar práctica guiada con ejercicios específicos. Ofrecer retroalimentación constructiva para mejorar las habilidades.”

Se trata de un conjunto de propuestas útiles, con las que, de nuevo, podemos estar de acuerdo una mayoría de docentes. Aunque la cuestión más importante para nosotros sería cómo incorporar de forma natural esas tareas y actividades a nuestra práctica docente.

Siguiendo con esta primera fase, se plantean cuestiones que aluden al papel que el propio Chat-GPT puede desempeñar en estas tareas:

- G5 ¿Cómo podría contribuir Chat-GPT a fomentar la lectura crítica y mejorar la manera de escribir de un estudiante de ingeniería electrónica?

Como ilustración, la respuesta a G5 se reproduce en la Fig. 1. En ella se propone una lista de acciones que resultan consistentes, y que podrían considerarse válidas y útiles para otras muchas asignaturas.

En cualquier caso, el carácter genérico de la respuesta da pie a seguir interrogando a Chat-GPT 3.5, pidiendo que concrete algo más sobre cómo realizar esas tareas, dado que una cosa es decir que puede ayudar en tal o cual tarea, y otra mostrar ejemplos de cómo puede hacerlo. Para ello se ha continuado preguntando, por ejemplo:

- G6 ¿Cómo se puede utilizar Chat-GPT para resumir textos técnicos? Pon un ejemplo.
- G7 ¿Cómo se puede utilizar Chat-GPT para realizar un análisis de textos técnicos? Pon un ejemplo.
- G8 ¿Cómo podría contribuir Chat-GPT en el desarrollo de argumentos en este contexto? Pon un ejemplo.

En conjunto, en su respuesta a estas cuestiones, Chat-GPT 3.5 proporciona un procedimiento de interacción: propone que, antes de solicitarle que realice una de estas tareas, es importante indicarle su contexto, y el propósito y el alcance de la respuesta esperada. En cada caso, también nos recuerda que la calidad del resultado obtenido dependerá de la capacidad de Chat-GPT para comprender y contextualizar la información proporcionada, así como de la claridad y especificidad de las preguntas formuladas. Atendiendo al consejo de acotar el contexto y precisar las cuestiones que se plantean, hemos continuado con las siguientes:

- G9 Dame algunos consejos para realizar una lectura crítica de las respuestas que me proporciona Chat-GPT.
- G10 ¿Cómo podría orientar Chat-GPT en la redacción de respuestas a la cuestiones que me plantean en clase?
- G11 Ponme un ejemplo
- G12 Por favor haz una lectura crítica de tu anterior respuesta.



ChatGPT puede contribuir significativamente a fomentar la lectura crítica y mejorar la forma de escribir de un estudiante de ingeniería electrónica de varias maneras:

- 1. Asesoramiento en Escritura Técnica:** Los estudiantes pueden utilizar ChatGPT para recibir asesoramiento sobre cómo redactar informes técnicos, documentos de investigación y otros tipos de escritura técnica. El modelo puede proporcionar ejemplos y sugerencias para mejorar la claridad y la coherencia en la expresión de ideas.
- 2. Revisión de Documentos:** Los estudiantes pueden cargar fragmentos de sus documentos o informes y solicitar a ChatGPT que los revise. El modelo puede señalar posibles errores gramaticales, sugerir mejoras en la estructura de las oraciones y ofrecer consejos para una comunicación más efectiva.
- 3. Generación de Resúmenes y Síntesis:** ChatGPT puede ayudar a los estudiantes a sintetizar información compleja. Pueden proporcionar textos extensos sobre temas específicos y solicitar a ChatGPT que genere resúmenes claros y concisos para ayudar en la comprensión y la preparación de informes.
- 4. Respuestas a Preguntas Específicas:** Los estudiantes pueden plantear preguntas específicas sobre conceptos de ingeniería electrónica o solicitar explicaciones más detalladas sobre temas particulares. ChatGPT puede proporcionar respuestas informativas y ayudar a clarificar conceptos.
- 5. Práctica en Redacción de Propuestas y Proyectos:** Los estudiantes pueden utilizar ChatGPT para practicar la redacción de propuestas de proyectos. Pueden presentar sus ideas y obtener sugerencias sobre cómo mejorar la estructura, la presentación y la persuasión en sus propuestas.
- 6. Desarrollo de Argumentos:** ChatGPT puede ayudar a los estudiantes a desarrollar argumentos sólidos al proporcionar información de respaldo y sugerir cómo estructurar sus escritos para presentar argumentos de manera efectiva.
- 7. Análisis Crítico de Documentos:** Los estudiantes pueden proporcionar artículos o informes y solicitar a ChatGPT que realice un análisis crítico. Esto puede ayudar a mejorar la habilidad de los estudiantes para evaluar y cuestionar la información presentada en textos técnicos.
- 8. Consejos para la Lectura Crítica:** ChatGPT puede ofrecer consejos específicos sobre cómo mejorar las habilidades de lectura crítica, como identificar puntos clave, evaluar la validez de argumentos y discernir entre información relevante e irrelevante.

Al utilizar ChatGPT de manera proactiva y orientada a metas, los estudiantes de ingeniería electrónica pueden aprovechar esta herramienta para mejorar sus habilidades de escritura técnica, claridad en la comunicación y capacidad para evaluar y comprender información técnica de manera crítica. Es importante recordar que, aunque ChatGPT puede proporcionar valiosas sugerencias, también es esencial complementar su uso con la orientación de instructores y recursos educativos tradicionales.

Fig. 1. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la pregunta G5:” ¿Cómo podría contribuir Chat-GPT a fomentar la lectura crítica y mejorar la manera de escribir de un estudiante de ingeniería electrónica?”

Merece la pena revisar la respuesta completa a la cuestión G9, que recoge la Fig. 2. En ella se destacan los siguientes consejos:

- (1) Contextualizar la pregunta. (2) Evaluar la coherencia. (3) Verificar la precisión. (4) Analizar la profundidad. (5) Buscar posibles sesgos. (6) Considerar la relevancia. (7) Reflexionar sobre la originalidad. (8) Solicitar aclaraciones si es necesario.

Todos estos consejos son sin duda valiosos para poner en práctica una lectura crítica, no solo de las respuestas que proporciona Chat-GPT 3.5, sino en general, de cualquier documento o material docente recomendado. De nuevo aquí, la mayoría de los docentes podríamos estar de acuerdo.

También es interesante detenerse en la respuesta a G10, que se recoge en la Fig. 3. Los consejos que se proporcionan parecen adecuados y orientados a proporcionar una respuesta precisa, y con el rigor adecuado. En la propia respuesta se advierte de la necesidad de revisar y ajustar esta a los requisitos y las expectativas del propio interrogador, o interlocutor, por lo que merece ser tenidos en consideración, más allá del propio contexto de esta experiencia.

Por supuesto, aquí tienes algunos consejos para realizar una lectura crítica de las respuestas proporcionadas por Chat-GPT:

- 1. Contextualiza la Pregunta:** Antes de evaluar la respuesta de Chat-GPT, asegúrate de entender completamente la pregunta o solicitud que hiciste. Comprender el contexto te ayudará a determinar si la respuesta es relevante y adecuada.
- 2. Evalúa la Coherencia:** Revisa la respuesta en busca de coherencia interna. ¿Los puntos presentados están relacionados entre sí de manera lógica y coherente? Busca cualquier contradicción o falta de fluidez en el argumento.
- 3. Verifica la Precisión:** Investiga la precisión de la información proporcionada por Chat-GPT. ¿Los hechos presentados son exactos y verificables? Si es posible, verifica la información consultando fuentes adicionales confiables.
- 4. Analiza la Profundidad:** Considera si la respuesta de Chat-GPT aborda adecuadamente todos los aspectos de la pregunta. ¿Se proporciona suficiente detalle y contexto para respaldar los puntos clave? Evalúa si la respuesta es lo suficientemente completa y detallada para tus necesidades.
- 5. Busca Posibles Sesgos:** Examina la respuesta en busca de posibles sesgos o suposiciones implícitas. ¿Se presentan diferentes perspectivas sobre el tema, o la respuesta refleja un punto de vista único? Esté atento a cualquier sesgo que pueda influir en la objetividad de la respuesta.
- 6. Considera la Relevancia:** Evalúa la relevancia de la respuesta para tu pregunta específica. ¿Aborda directamente los temas que planteaste, o hay información irrelevante o tangencial? Asegúrate de que la respuesta se centre en los aspectos más importantes de tu consulta.
- 7. Reflexiona sobre la Originalidad:** Considera si la respuesta de Chat-GPT ofrece nuevas ideas o perspectivas sobre el tema. ¿Se presentan conceptos innovadores o información inesperada, o la respuesta es principalmente una recapitulación de conocimientos comunes?
- 8. Solicita Aclaraciones si es Necesario:** Si algo en la respuesta de Chat-GPT no está claro o genera dudas, no dudes en pedir aclaraciones adicionales o detalles. Chat-GPT está diseñado para proporcionar respuestas interactivas, y puede ayudarte a aclarar cualquier punto confuso.

Al aplicar estos consejos, podrás realizar una lectura crítica más efectiva de las respuestas proporcionadas por Chat-GPT, lo que te permitirá evaluar su calidad y utilidad de manera más objetiva.

Fig. 2. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a G9: “Dame algunos consejos para realizar una lectura crítica de las respuestas que me proporciona Chat-GPT.”

Para orientar a Chat-GPT en la redacción de respuestas a las preguntas que te plantean en clase, puedes seguir estos pasos:

- 1. Proporciona el Contexto:** Comienza explicando brevemente el contexto de la pregunta. Describe el tema específico que se está discutiendo en clase y cualquier información relevante que pueda ayudar a Chat-GPT a comprender la pregunta.
- 2. Formula la Pregunta de Forma Clara:** Escribe la pregunta que te plantearon en clase de manera clara y específica. Asegúrate de incluir todos los detalles necesarios para que Chat-GPT comprenda completamente lo que se está pidiendo.
- 3. Indica el Enfoque Deseado:** Especifica el enfoque que deseas que Chat-GPT tome al responder la pregunta. Por ejemplo, si estás buscando una explicación detallada, ejemplos específicos o una comparación entre diferentes conceptos, asegúrate de indicarlo claramente.
- 4. Incluye Restricciones o Condiciones Específicas:** Si hay restricciones o condiciones especiales que deban tenerse en cuenta al responder la pregunta, asegúrate de mencionarlas. Esto ayudará a Chat-GPT a proporcionar una respuesta más precisa y relevante.
- 5. Proporciona Retroalimentación y Ajustes:** Revisa la respuesta generada por Chat-GPT y proporciona retroalimentación si es necesario. Si la respuesta no cumple con tus expectativas o si hay aspectos que necesiten ser ajustados, indícalo claramente para que Chat-GPT pueda realizar los cambios necesarios.
- 6. Pregunta si Necesitas Clarificaciones:** Si hay partes de la respuesta que no son claras o si necesitas más información sobre un tema específico, no dudes en preguntar a Chat-GPT para obtener aclaraciones adicionales.

Al seguir estos pasos, podrás orientar a Chat-GPT de manera efectiva para que proporcione respuestas precisas y relevantes a las preguntas que te plantean en clase.

Fig. 3. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a G10: “¿Cómo podría orientar Chat-GPT en la redacción de respuestas a las cuestiones que me plantean en clase?”

La Fig. 4 recoge la respuesta a G11. En el enunciado de esta pregunta se ponen en práctica los consejos dados en la respuesta a G10, como oportunamente se indica en el resumen que se hace al final de ella, proporcionando un ejemplo que puede resultar adecuado para este propósito.

Finalmente con la pregunta G12 se pretende cerrar el círculo pidiendo a Chat-GPT 3.5 que dé un ejemplo de lectura crítica de su propia respuesta a G11. La respuesta a G12 se muestra en la Fig. 5. Si bien esta respuesta también debería ser revisada bajo el prisma de la lectura crítica, creemos que tiene en sí misma valor como ejemplo de cuáles son los aspectos sobre los que se debe incidir en una lectura crítica y valoración de una respuesta a una cuestión en general:

(1) Claridad y Coherencia, (2) Precisión y exactitud, (3) Profundidad y detalle, (4) Evaluación crítica y (5) Relevancia y aplicabilidad. Todo ello, proporcionando y discutiendo los posibles puntos fuertes, e indicando las posibilidades de mejora.

Claro, aquí tienes un ejemplo de cómo podrías orientar a Chat-GPT para responder una pregunta que te plantearon en clase:

Tú: "Hola Chat-GPT, en clase hoy nos preguntaron sobre las diferencias entre el controlador PID discreto y el controlador PID continuo en sistemas de control de procesos. ¿Podrías proporcionar una explicación detallada sobre este tema?"

Chat-GPT: "Entendido, déjame generar una respuesta para ti... Aquí tienes:

El controlador proporcional integral derivativo (PID) es un algoritmo de control ampliamente utilizado en sistemas de control de procesos para regular la salida de un sistema en función de la diferencia entre la referencia deseada y la salida real. La principal diferencia entre un controlador PID discreto y un controlador PID continuo radica en la naturaleza de la señal de entrada y salida.

En un controlador PID discreto, tanto la señal de entrada (la señal de error) como la señal de salida (la señal de control) se muestrean y se procesan en intervalos de tiempo discretos. Esto significa que las operaciones de control, como la integración y la derivación, se realizan utilizando diferencias finitas en lugar de cálculos continuos. Como resultado, el controlador PID discreto es más adecuado para sistemas de control basados en microcontroladores o sistemas embebidos, donde las señales deben ser muestreadas y procesadas en intervalos de tiempo discretos.

Por otro lado, en un controlador PID continuo, tanto la señal de entrada como la señal de salida se consideran funciones continuas de tiempo. Esto permite realizar cálculos de integración y derivación de forma continua, lo que puede proporcionar un control más suave y preciso en sistemas donde la dinámica del proceso es continua. Los controladores PID continuos son comúnmente utilizados en sistemas de control analógicos o sistemas donde las señales pueden ser procesadas en tiempo real sin necesidad de muestreo discreto.

En resumen, la diferencia clave entre un controlador PID discreto y un controlador PID continuo radica en cómo se procesan y manipulan las señales de entrada y salida en función del tiempo. La elección entre uno u otro dependerá de las características específicas del sistema de control y los requisitos de rendimiento."

Tú: "¡Perfecto, eso es justo lo que necesitaba! ¿Puedes incluir algunos ejemplos de aplicaciones donde sería preferible utilizar cada tipo de controlador?"

Chat-GPT: "¡Por supuesto! Permíteme añadir algunos ejemplos adicionales..."

En este ejemplo, se proporciona a Chat-GPT el contexto de la pregunta, se formula la pregunta de manera clara y se especifica el enfoque deseado para la respuesta. Luego, Chat-GPT genera una explicación detallada sobre el tema, y se solicita información adicional para ampliar la respuesta según sea necesario.

Fig. 4. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a G11: “Ponme un ejemplo”



Por supuesto, aquí está una lectura crítica de la respuesta proporcionada anteriormente:

1. **Claridad y Coherencia:** La respuesta presenta una explicación clara y bien estructurada sobre las diferencias entre el controlador PID discreto y continuo. Los conceptos son presentados de manera lógica y coherente, lo que facilita su comprensión.
 2. **Precisión y Exactitud:** La respuesta proporciona información precisa sobre las características y aplicaciones de ambos tipos de controladores PID. Se distingue claramente entre el control discreto y continuo, y se ofrecen ejemplos adecuados para ilustrar cada caso.
 3. **Profundidad y Detalle:** La respuesta aborda adecuadamente la pregunta y proporciona detalles suficientes para comprender las diferencias clave entre los controladores PID discreto y continuo. Sin embargo, podría haberse profundizado aún más en ciertos aspectos, como los efectos de la discretización en la precisión del controlador PID discreto.
 4. **Evaluación Crítica:** La respuesta no incluye una evaluación crítica de las ventajas y desventajas de cada tipo de controlador PID, ni discute posibles limitaciones o consideraciones importantes en su aplicación práctica. Sería útil agregar esta información para una comprensión más completa del tema.
 5. **Relevancia y Aplicabilidad:** La respuesta es relevante para la pregunta planteada y proporciona información útil sobre el tema. Sin embargo, podría beneficiarse de una discusión más detallada sobre las aplicaciones específicas donde sería preferible utilizar cada tipo de controlador.
- En general, la respuesta proporciona una explicación clara y precisa sobre las diferencias entre los controladores PID discreto y continuo, pero podría mejorarse con una evaluación más crítica y una discusión más detallada sobre las aplicaciones y limitaciones de cada tipo de controlador.

Fig. 5. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a G12: "Por favor haz una lectura crítica de tu anterior respuesta."

En resumen, tras esta primera fase de aproximación a Chat-GPT 3.5 podemos concluir que la herramienta ha proporcionado respuestas razonables y coherentes a las cuestiones planteadas, y ha sugerido ideas sobre tareas y propuestas de uso de la propia herramienta para realizar actividades en la línea de los objetivos marcados en esta exploración.

B. Exploración de la respuesta de Chat-GPT 3.5 a cuestiones de la teoría de asignaturas de Instrumentación Electrónica.

En esta segunda fase de nuestra exploración se pretende experimentar cómo responde Chat-GPT 3.5 a algunas de las cuestiones de la teoría propias de las asignaturas consideradas.

A continuación, como ejemplo, y sin ánimo de ser exhaustivos, se detallan algunas cuestiones, de entre las muchas posibles, que se han planteado. Algunas de ellas fueron reformuladas, respecto a su enunciado inicial, siguiendo los consejos recogidos en la primera fase, en casi todos los casos para simplificar, clarificar y acotar la profundidad y el rigor deseado en la respuesta.

Estas son algunas de las cuestiones sobre conceptos, definiciones y términos generales referidos a un sistema de instrumentación que se han utilizado en la exploración:

- P1 ¿Por qué para caracterizar las prestaciones de un instrumento o sistema de medida se diferencia entre características estáticas y dinámicas? Selecciona dos de los parámetros clasificados como estáticos y otros dos de los clasificados como dinámicos que consideres más relevantes, e indica que características concretas del instrumento cualifican cada uno de ellos.
- P2 ¿Qué diferencia hay entre los términos exactitud y precisión, referidos a un instrumento de medida? Ilustra tu respuesta con un ejemplo.

- P3 ¿Qué criterio seguirías si tuvieras que elegir entre precisión o exactitud en un instrumento de medida?

Estas son algunas de las cuestiones planteadas sobre conceptos, definiciones y términos generales referidos a sensores:

- P4 Indica dos semejanzas y dos diferencias entre un termistor y un RTD.
- P5 ¿Qué diferencia a un sensor generador o pasivo de un sensor modulador o activo?

Finalmente, este es un ejemplo en el que se pide el desarrollo breve de un tema:

- P6 Desarrolla brevemente el siguiente tema: "Registro de Biopotenciales: Características de las señales eléctricas registradas, y de los elementos y circuitos básicos empleados para su adquisición y acondicionamiento".

A continuación se presentan y analizan con cierto detalle las respuestas de Chat-GPT 3.5 a estas cuestiones, destacando los aspectos que nos han parecido más representativos y relevantes para nuestra exploración.

En primer lugar, antes de comenzar, y de forma general, se ha indicado a Chat-GPT 3.5 que se le van a realizar preguntas sobre cuestiones propias de la disciplina Instrumentación Electrónica, tanto en un ámbito general, como en el ámbito más concreto de la biomedicina, y que se requiere un rigor en las respuestas al nivel de estudiante de ingeniería electrónica. Con esto se pretende poner en contexto las cuestiones que se plantean y el posterior diálogo que se establezca.

Analizaremos en primer lugar el diálogo mantenido sobre la cuestión P1. Por simplificar, siguiendo las recomendaciones de la sección anterior, P1 se ha dividido en dos partes. En la Fig. 6 se muestra la respuesta a la primera parte de P1.

En el enunciado de P1 no se pregunta directamente sobre un concepto o término concreto empleados en la teoría, si no que se hace alusión a dos de ellos, y los pone en relación con la caracterización de un instrumento de medida. La respuesta dada por Chat-GPT 3.5, puede ser considerada adecuada, veraz y con un rigor aceptable, dentro de la concisión que se espera. Comienza dando una justificación de por qué se establece esta diferencia, en base a los diferentes aspectos que hay que tener en cuenta en el funcionamiento y rendimiento de un sistema, y argumenta y justifica su respuesta explicando a qué hacen referencia los términos características estáticas y dinámicas. La respuesta también incluye una enumeración de alguno de los parámetros concretos que se utilizan para explicitar diferentes aspectos de ambas características. Finalmente, en un breve resumen, refuerza la idea inicial. En su conjunto, el esquema que sigue esta respuesta puede ser considerado como modelo de respuesta a preguntas de sentido y orientación semejantes.

Por su parte, la Fig. 7 recoge la respuesta a la segunda parte de P1, en la que se piden que se proporcionen ejemplos de parámetros, indicando en cada caso qué característica concreta del instrumento tratan de caracterizar. La respuesta explica con más detalle dos de los parámetros que ya proporcionó como ejemplo en la respuesta anterior. Sin embargo, la cuestión planteada queda demasiado abierta, puesto que el número de parámetros es amplio, y aquí se piden solo dos.

Se diferencia entre características estáticas y dinámicas al caracterizar las prestaciones de un instrumento o sistema de medida porque estas representan aspectos distintos de su funcionamiento y rendimiento:

1. Características estáticas: Estas se refieren a las propiedades del instrumento o sistema de medida en condiciones de estado estacionario, es decir, cuando no hay cambios significativos en las variables de entrada durante el proceso de medición. Las características estáticas incluyen parámetros como la sensibilidad, la precisión, la exactitud, la resolución y el rango de medida. Estas propiedades son fundamentales para evaluar la capacidad del instrumento para medir con precisión y fiabilidad en condiciones estables.
2. Características dinámicas: Estas se refieren a cómo el instrumento o sistema de medida responde a cambios en las variables de entrada a lo largo del tiempo. Esto implica evaluar la velocidad de respuesta, la estabilidad, el tiempo de retardo y la respuesta en frecuencia del instrumento. Las características dinámicas son importantes para entender cómo el instrumento o sistema reacciona ante señales que varían rápidamente o que tienen componentes de frecuencia específicos, lo cual es crucial en aplicaciones donde se requiere un monitoreo o control en tiempo real.

En resumen, la diferenciación entre características estáticas y dinámicas permite una evaluación más completa y precisa del rendimiento de un instrumento o sistema de medida en una variedad de situaciones y aplicaciones.

Fig. 6. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P1 (primera parte): "¿Por qué para caracterizar las prestaciones de un instrumento o sistema de medida se diferencia entre características estáticas y dinámicas?"

Como se verá en la discusión que se realiza más adelante, esto da lugar a distintas respuestas, que pueden llevar a diferentes escenarios, que resulta interesante comentar.

Parámetros estáticos:

1. Sensibilidad: La sensibilidad de un instrumento se refiere a la relación entre la respuesta del instrumento y la variación en la magnitud que está siendo medida. Una alta sensibilidad significa que el instrumento puede detectar pequeños cambios en la magnitud medida.
2. Exactitud: La exactitud es la proximidad entre el valor medido por el instrumento y el valor verdadero de la magnitud medida. Un instrumento con alta exactitud produce mediciones que están muy cerca del valor verdadero de la magnitud.

Parámetros dinámicos:

1. Velocidad de respuesta: La velocidad de respuesta de un instrumento es la rapidez con la que el instrumento responde a cambios en la magnitud medida. Una alta velocidad de respuesta implica que el instrumento puede seguir cambios rápidos en la magnitud medida sin retraso significativo.
2. Respuesta en frecuencia: La respuesta en frecuencia de un instrumento indica cómo varía su respuesta a señales de diferentes frecuencias. Un instrumento con una amplia respuesta en frecuencia puede medir de manera precisa y fiable señales que varían en una amplia gama de frecuencias.

Fig. 7. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P1 (segunda parte): "Selecciona dos de los parámetros clasificados como estáticos y otros dos de los clasificados como dinámicos que consideres más relevantes, e indica que características concretas del instrumento cualifican cada uno de ellos."

A primera vista, la respuesta inicial, recogida en la Fig. 7 puede parecer correcta y veraz, aunque en un análisis más crítico podría aducirse que no resulta tan rigurosa. Cabe mencionar que, en este caso, los ejemplos dados de parámetros estáticos, si bien podrían pasar por correctos, en el caso concreto de la definición de *Sensibilidad*, podría argumentarse que resulta poco precisa y algo ambigua, pues esta definición podría confundirse con el parámetro *Resolución*.

Por otra parte, en lo que respecta a los ejemplos de parámetros dinámicos, aunque en una primera instancia podría considerarse como una respuesta aceptable, sin embargo estos términos que se dan como ejemplo corresponden más bien a aspectos más generales relativos al comportamiento dinámico de un sistema. La respuesta no alude parámetros concretos que se recogen en los textos de instrumentación, o incluso en la primera parte de la propia respuesta a P1, como son: el tiempo de retardo y/o el ancho de banda, que sirven para caracterizar

la velocidad de respuesta del sistema en el dominio del tiempo y de la frecuencia, respectivamente. Así una lectura crítica y un cotejo con el material docente y la bibliografía deberían llevar a tratar de buscar una mejor respuesta.

Sobre la ambigüedad en la definición del concepto *Sensibilidad* se puede pedir aclaración a Chat-GPT. La Fig. 8 recoge la respuesta a esta nueva cuestión. Esta respuesta podría darnos por satisfechos, dado que parece también correcta y veraz. Proporciona una definición de ambos parámetros indicando adecuadamente cuál es cualidad del instrumento que caracteriza cada una.

La sensibilidad y la resolución son dos características distintas de un instrumento de medida:

1. Sensibilidad: La sensibilidad de un instrumento se refiere a la capacidad de este para detectar pequeños cambios en la magnitud que está siendo medida. Es la relación entre la respuesta del instrumento y la variación en la magnitud medida. En otras palabras, la sensibilidad indica cuánto cambia la salida del instrumento en respuesta a un cambio dado en la entrada. Por lo general, se expresa como la cantidad de cambio en la salida del instrumento por unidad de cambio en la magnitud medida. Una alta sensibilidad significa que el instrumento es capaz de detectar incluso pequeñas variaciones en la magnitud medida.
2. Resolución: La resolución de un instrumento se refiere a la capacidad de este para distinguir entre pequeños cambios en la magnitud medida. Es el menor incremento en la magnitud que puede ser detectado y mostrado por el instrumento. En otras palabras, la resolución indica la mínima diferencia entre dos valores medidos que el instrumento puede detectar y mostrar de manera precisa. Por lo general, se expresa en términos de la menor unidad de medida que el instrumento puede representar. Una alta resolución significa que el instrumento puede detectar y mostrar cambios muy pequeños en la magnitud medida.

Fig. 8. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la aclaración solicitada sobre la respuesta a P1 (segunda parte): "¿Qué diferencia hay entre los términos exactitud y precisión, referidos a un instrumento de medida?"

Por otra parte, yendo un poco más allá, en lo que podríamos considerar aprendizaje activo, tener un ejemplo ayudaría a aclarar más la cuestión, y a entender mejor la diferencia entre ambos conceptos, puesto que parece que ambos están relacionados con la capacidad de un instrumento para responder a cambios en la magnitud que se desea medir. Por ello hemos pedido a Chat-GPT 3.5 que nos proporcione un ejemplo. La respuesta se presenta en la Fig. 9.

Claro, aquí tienes un ejemplo que ilustra la diferencia entre sensibilidad y resolución en un instrumento de medida:

Supongamos que tenemos un termómetro digital que se utiliza para medir la temperatura ambiente en grados Celsius (°C).

1. Sensibilidad: La sensibilidad del termómetro se refiere a cuánto cambia su lectura en respuesta a un cambio dado en la temperatura ambiente. Por ejemplo, si el termómetro tiene una sensibilidad de 0.1°C por cada grado Celsius de cambio en la temperatura, significa que su lectura aumentará en 0.1°C por cada grado Celsius de aumento en la temperatura ambiente. Entonces, si la temperatura sube de 25°C a 26°C, la lectura del termómetro aumentará en 0.1°C.
2. Resolución: La resolución del termómetro se refiere a la mínima diferencia de temperatura que puede ser detectada y mostrada por el instrumento. Por ejemplo, si el termómetro tiene una resolución de 0.01°C, significa que puede distinguir entre cambios de temperatura tan pequeños como 0.01°C. Esto significa que incluso si la temperatura cambia solo 0.01°C, el termómetro será capaz de detectar y mostrar este cambio en su lectura.

En resumen, la sensibilidad del termómetro indica cuánto cambia su lectura en respuesta a un cambio en la temperatura, mientras que la resolución indica la mínima diferencia de temperatura que puede ser detectada y mostrada por el termómetro. La sensibilidad está relacionada con la respuesta del instrumento a cambios en la magnitud medida, mientras que la resolución está relacionada con la precisión de las mediciones que el instrumento puede realizar.

Fig. 9. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la repregunta sobre P2 (segunda parte): "¿Podrías darme un ejemplo que aclare mejor la diferencia?"

Aunque aparentemente correcta, esta respuesta no lo es, y sirve como ejemplo para ilustrar las debilidades y peligros de una interpretación ligera de las respuestas proporcionadas por Chat-GPT. El ejemplo que proporciona para ilustrar el significado de *Resolución* es adecuado y veraz. Sin embargo, el ejemplo que se utiliza para ilustrar el concepto de *Sensibilidad* no lo es; y un estudiante que realice una lectura crítica no debería quedar satisfecho con esta respuesta. Incluso sin haber estudiado o consultado bibliografía previa, debería entender que ese ejemplo, como tal, no tiene sentido, ni representa adecuadamente el concepto de sensibilidad. Lo que debería llevarlo a buscar información adicional y encontrar un ejemplo mejor.

Una lectura positiva de esta circunstancia nos lleva a ver en esta debilidad, una oportunidad para ejercitar las habilidades de lectura comprensiva y el análisis crítico.

Por otra parte, dado el carácter abierto de la cuestión planteada en esta segunda parte de P1, existen diferentes parámetros que pueden ser escogidos en la respuesta a esta cuestión. La Fig. 10 muestra otra respuesta generada por Chat-GPT 3.5 a esta misma cuestión en otro momento.

Claro, aquí tienes dos parámetros estáticos y dos dinámicos, junto con las características específicas del instrumento que cualifican cada uno:

Parámetros estáticos:

- 1. Precisión:** La precisión se refiere a la capacidad de un instrumento para proporcionar resultados consistentes y cercanos al valor verdadero de la magnitud medida. Una característica concreta que cualifica la precisión de un instrumento es la desviación estándar de las mediciones repetidas en condiciones estables. Un instrumento con alta precisión tendrá una desviación estándar baja, lo que significa que las mediciones repetidas estarán muy cerca entre sí.
- 2. Resolución:** La resolución se refiere al menor incremento de la magnitud que puede detectar el instrumento y mostrar en su salida. Por ejemplo, en un instrumento de medición de voltaje, la resolución puede ser expresada en términos del menor cambio de voltaje que el instrumento puede detectar y mostrar en su pantalla. Una característica concreta que cualifica la resolución de un instrumento es el número de bits de su convertidor analógico a digital (ADC). A mayor número de bits, mayor será la resolución del instrumento.

Parámetros dinámicos:

- 1. Tiempo de respuesta:** El tiempo de respuesta de un instrumento es el tiempo que tarda en alcanzar y estabilizarse dentro de una cierta porción de su valor final después de aplicar un cambio abrupto en la magnitud medida. Una característica concreta que cualifica el tiempo de respuesta de un instrumento es su constante de tiempo, que representa el tiempo necesario para que la respuesta del instrumento alcance aproximadamente el 63.2% de su valor final después de un cambio abrupto en la entrada.
- 2. Frecuencia de corte:** La frecuencia de corte de un instrumento es la frecuencia máxima a la cual puede responder de manera efectiva a una señal sinusoidal antes de que su respuesta comience a decaer significativamente. Una característica concreta que cualifica la frecuencia de corte de un instrumento es su ancho de banda, que representa el rango de frecuencias dentro del cual la amplitud de la respuesta del instrumento está dentro de ciertos límites aceptables, como, por ejemplo, el 70.7% de la amplitud máxima.

Fig. 10. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P1 (segunda parte) en otro momento.

En esta ocasión, la respuesta podría considerarse adecuada y veraz. Los parámetros escogidos como ejemplo tanto de características estática como dinámicas, así como la cualidad del instrumento que caracteriza cada uno de ellos, están definidos con rigor adecuado. Sin embargo, una lectura más rigurosa debería poner su atención en la definición que se da del término *Precisión*, que en esta respuesta anda a caballo, sin aclararse, entre las definiciones técnicas que se dan para los parámetros *Accuracy* y *Precision* en inglés (*Exactitud* y *Precisión/Fidelidad* respectivamente en español). Cuestión esta que un estudiante debería dirimir acudiendo a las fuentes bibliográficas, o consultar de nuevo a Chat-GPT. Esta es la

cuestión que aborda la pregunta P2. La Fig. 11 muestra la respuesta de Chat-GPT 3.5.

La diferencia entre los términos "exactitud" y "precisión" es esencial en la caracterización de un instrumento de medida:

- 1. Exactitud:** Se refiere a qué tan cerca está el valor medido por el instrumento del valor verdadero o aceptado como correcto de la magnitud que está siendo medida. En otras palabras, la exactitud indica cuán libre de error es la medición en relación con el valor de referencia conocido. Una medida exacta es aquella que se encuentra cerca del valor verdadero.
- 2. Precisión:** Se refiere a la reproducibilidad de las mediciones realizadas por el instrumento. Indica cuán cercanas están entre sí varias mediciones realizadas en las mismas condiciones. En resumen, la precisión describe cuánto se dispersan las mediciones realizadas por el instrumento alrededor de un valor medio. Un instrumento preciso es aquel que proporciona mediciones consistentes y cercanas entre sí.

Ejemplo:

Imagina que tienes una balanza para medir el peso de un objeto. La precisión y la exactitud se pueden ilustrar de la siguiente manera:

- Si la balanza está calibrada adecuadamente y cada vez que pesas un objeto de 100 gramos, la balanza muestra 100 gramos, entonces la balanza es precisa, ya que las mediciones son consistentes y cercanas entre sí.
- Sin embargo, si la balanza está descalibrada y muestra 95 gramos cada vez que pesas un objeto de 100 gramos, entonces la balanza no es precisa, ya que las mediciones no son consistentes.
- Si, además, la balanza siempre muestra 95 gramos cuando el objeto realmente pesa 100 gramos, entonces la balanza no es exacta, ya que las mediciones no se acercan al valor verdadero del objeto.

Por lo tanto, en este ejemplo, la precisión se relaciona con la consistencia de las mediciones, mientras que la exactitud se relaciona con la proximidad de las mediciones al valor verdadero. Es importante que un instrumento de medida sea tanto preciso como exacto para garantizar la confiabilidad de las mediciones.

Fig. 11. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P2: "¿Qué diferencia hay entre los términos exactitud y precisión, referidos a un instrumento de medida? Ilustra tu respuesta con un ejemplo."

La respuesta a P2 se ajusta muy bien a las definiciones proporcionadas por la bibliografía recomendada en nuestras asignaturas, y pone de manifiesto la ambigüedad en la respuesta proporcionada en la Fig. 10. Sin embargo, en ella, el ejemplo que se propone no es correcto y lleva a oscurecer las definiciones que proporciona. Se ha pedido a Chat-GPT 3.5 que dé un nuevo ejemplo. El resultado es el que se recoge en la Fig. 12.

Claro, aquí tienes un ejemplo más concreto:

Imagina que estás utilizando un termómetro digital para medir la temperatura de una habitación.

- **Exactitud:** Si la temperatura real de la habitación es de 25°C y el termómetro digital muestra consistentemente 25°C cada vez que se realiza la medición, entonces el termómetro es exacto. Esto significa que las lecturas del termómetro están muy cerca del valor verdadero de la temperatura.
- **Precisión:** Si realizas varias mediciones de la temperatura de la habitación con el termómetro digital y obtienes lecturas cercanas entre sí, por ejemplo, 24.9°C, 25.1°C, 24.8°C, 25.0°C, entonces el termómetro es preciso. Esto indica que las mediciones realizadas por el termómetro son consistentes y reproducibles, aunque pueden no estar necesariamente exactas.

En resumen, la exactitud se refiere a qué tan cerca está la medición del valor verdadero, mientras que la precisión se refiere a qué tan consistentes y reproducibles son las mediciones entre sí. Un termómetro puede ser preciso, pero no exacto (siempre mostrando la misma desviación de la temperatura real), o puede ser exacto, pero no preciso (mostrando diferentes lecturas cada vez que se mide la misma temperatura). Lo ideal es que un instrumento sea tanto preciso como exacto para garantizar mediciones confiables.

Fig. 12. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la repregunta sobre P2: "Pon un nuevo ejemplo"

En esta ocasión la respuesta resulta clarificadora, aunque, como hemos visto, no está garantizado que esto sea siempre así.

En la cuestión P3 se pide a Chat-GPT 3.5 argumentar sobre criterios para elegir entre precisión o exactitud en un instrumento de medida. La respuesta se recoge en la Fig. 13. En general es adecuada y veraz, aunque en ella introduce el término consistencia y precisión absoluta en lugar de precisión y exactitud, lo que oscurece en cierta forma el discurso.

La elección entre precisión y exactitud en un instrumento de medida depende del contexto específico de la aplicación y de las necesidades del usuario. Aquí hay algunos criterios a considerar para tomar esta decisión:

- 1. Requisitos de la aplicación:** Evaluar las necesidades específicas de la aplicación en términos de la importancia de obtener mediciones cercanas al valor verdadero (exactitud) versus la consistencia y reproducibilidad de las mediciones (precisión). Algunas aplicaciones pueden requerir mediciones precisas y exactas, mientras que otras pueden priorizar la consistencia en las mediciones sobre la precisión absoluta.
- 2. Tolerancia a errores:** Determinar la tolerancia permitida para errores en las mediciones. En algunas aplicaciones, como la medicina o la industria aeroespacial, la exactitud puede ser crítica para garantizar la seguridad y la fiabilidad. En otras aplicaciones, donde la precisión absoluta no es tan crucial, la precisión puede ser suficiente siempre y cuando las mediciones sean consistentes y reproducibles.
- 3. Costo y complejidad:** Considerar el costo y la complejidad asociados con la obtención de mediciones precisas o exactas. En general, la obtención de mediciones altamente precisas puede requerir el uso de tecnologías más avanzadas y costosas, mientras que la precisión puede lograrse de manera más económica con tecnologías más simples.
- 4. Variabilidad en las condiciones de medición:** Evaluar la variabilidad en las condiciones de medición y cómo afecta la precisión y la exactitud del instrumento. Algunos instrumentos pueden ser más sensibles a las variaciones en las condiciones ambientales o de operación, lo que puede afectar su capacidad para proporcionar mediciones precisas o exactas.

En resumen, la elección entre precisión y exactitud dependerá de las necesidades específicas de la aplicación, la tolerancia a errores, el costo y la complejidad asociados, y la variabilidad en las condiciones de medición. En la mayoría de los casos, se buscará un equilibrio entre precisión y exactitud para garantizar mediciones confiables y útiles.

Fig. 13. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P3: “¿Qué criterio seguirías si tuvieras que elegir entre precisión o exactitud en un instrumento de medida?”

La Fig. 14 recoge la respuesta a P4, relativa a sensores. Esta respuesta resulta adecuada, veraz y rigurosa.

Aquí tienes dos semejanzas y dos diferencias entre un termistor (NTC o PTC) y un RTD (Sensor de Temperatura de Resistencia):

Semejanzas:

- 1. Respuesta a la temperatura:** Tanto los termistores como los RTD son sensores de temperatura que utilizan cambios en la resistencia eléctrica para medir la temperatura. Ambos dispositivos aprovechan la variación de la resistividad de un material con la temperatura para proporcionar una señal eléctrica proporcional a la temperatura medida.
- 2. Aplicaciones de temperatura:** Ambos sensores son ampliamente utilizados en aplicaciones donde se requiere medir la temperatura con precisión. Tanto en el control de temperatura industrial, como en sistemas de climatización, en sistemas de control de procesos químicos, y en muchas otras aplicaciones donde es crucial monitorear y controlar la temperatura.

Diferencias:

- 1. Material de construcción:** Los termistores generalmente están hechos de materiales cerámicos o poliméricos semiconductores cuya resistencia cambia drásticamente con la temperatura. Por otro lado, los RTD están hechos de metales conductores como platino, níquel o cobre, cuya resistividad varía de manera más lineal con la temperatura.
- 2. Características de respuesta:** Los termistores, ya sean NTC o PTC, tienen una respuesta no lineal a la temperatura. La resistencia de un NTC disminuye con el aumento de la temperatura, mientras que la de un PTC aumenta. Por otro lado, los RTD tienen una respuesta lineal a la temperatura dentro de un rango específico, lo que los hace más adecuados para aplicaciones donde se requiere una precisión muy alta en un rango de temperatura más amplio. Los termistores, en cambio, son más sensibles a cambios en una pequeña gama de temperatura.

Fig. 14. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P4: “Indica dos semejanzas y dos diferencias entre un termistor y un RTD.”

A continuación, para probar sus capacidades se ha pedido a Chat-GPT 3.5 que haga una lectura crítica de su respuesta a P4. El resultado es el que se recoge en la Fig. 15. Esta revisión resulta convincente y aporta opciones de mejora razonables.

Aquí tienes una lectura crítica de mi respuesta anterior:

- 1. Claridad en la explicación:** La respuesta proporciona una explicación clara de las semejanzas y diferencias entre los termistores y los RTD, destacando el principio de funcionamiento y las características distintivas de ambos tipos de sensores.
- 2. Ejemplos representativos:** Se proporcionaron ejemplos representativos de materiales utilizados en la construcción de termistores (cerámicos o poliméricos) y RTD (platino, níquel o cobre), lo que ayuda a ilustrar los puntos mencionados y proporciona una comprensión más completa a los lectores.
- 3. Profundidad de la explicación:** La respuesta podría haber profundizado más en ciertos aspectos, como las razones detrás de las diferencias en la respuesta lineal y la precisión entre los termistores y los RTD. Esto habría enriquecido la comprensión del lector sobre las diferencias fundamentales entre estos dos tipos de sensores de temperatura.
- 4. Contexto de aplicación:** Aunque se mencionaron brevemente las aplicaciones de temperatura comunes para ambos tipos de sensores, la respuesta podría haber proporcionado más ejemplos específicos de dónde se utilizan típicamente los termistores y los RTD en la práctica, lo que habría ayudado a los lectores a comprender mejor su relevancia en diversas industrias y aplicaciones.

En general, la respuesta ofrece una visión general adecuada de las semejanzas y diferencias entre los termistores y los RTD, pero podría haberse mejorado con una mayor profundidad de explicación y más ejemplos específicos de aplicaciones.

Fig. 15. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a solicitud de revisión crítica de su respuesta P4: “Realiza una lectura crítica de tu anterior respuesta.”

Los sensores pueden clasificarse en dos categorías principales según su funcionamiento: sensores generadores (o pasivos) y sensores moduladores (o activos). Aquí hay una explicación de cada tipo y las diferencias entre ellos:

- 1. Sensores generadores (pasivos):**
 - **Principio de funcionamiento:** Estos sensores generan una señal de salida directamente en respuesta a la magnitud física que están midiendo, sin requerir una fuente de energía externa. La señal de salida puede ser una variación en la resistencia eléctrica, una diferencia de potencial eléctrico, una fuerza mecánica, etc.
 - **Ejemplos:** Termistores, resistencias de platino (RTD), células de carga, fotocélulas, sensores de presión piezoeléctricos, entre otros.
 - **Características:** Suelen ser simples, robustos y económicos. No requieren una fuente de alimentación externa para su funcionamiento, lo que los hace convenientes para aplicaciones donde el consumo de energía es una preocupación o donde la disponibilidad de energía puede ser limitada. Sin embargo, pueden tener una respuesta más limitada y requerir amplificación de la señal para su uso en sistemas de control.
- 2. Sensores moduladores (activos):**
 - **Principio de funcionamiento:** Estos sensores modulan alguna propiedad de una señal de salida en respuesta a la magnitud física que están midiendo. Suelen requerir una fuente de energía externa para su funcionamiento.
 - **Ejemplos:** Sensores de ultrasonido, sensores de imagen CCD, sensores de efecto Hall, sensores de corriente, sensores de proximidad inductivos, entre otros.
 - **Características:** A menudo son más complejos que los sensores generadores y pueden ofrecer una mayor precisión y sensibilidad. Requieren una fuente de energía externa para funcionar, lo que puede ser una desventaja en aplicaciones donde la eficiencia energética es importante o donde no hay una fuente de energía disponible. Sin embargo, pueden proporcionar una mayor flexibilidad y capacidades de procesamiento de señales, lo que los hace adecuados para aplicaciones donde se requiere una respuesta más sofisticada o el procesamiento de datos en tiempo real.

En resumen, la principal diferencia entre los sensores generadores (pasivos) y los sensores moduladores (activos) radica en cómo generan y procesan la señal de salida en respuesta a la magnitud física medida, así como en su necesidad de una fuente de energía externa. Los sensores generadores suelen ser más simples y económicos, mientras que los sensores moduladores pueden ofrecer una mayor precisión y flexibilidad, pero requieren una fuente de energía externa.

Fig. 16. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P5: “¿Qué diferencia a un sensor generador o pasivo de un sensor modulador o activo?”

Pero, como ya se ha comentado, no está garantizado que esto sea siempre así. Véase, como ejemplo la respuesta y la revisión crítica a la pregunta P5, Fig. 16 y Fig. 17, respectivamente.

En esta respuesta, si bien se distingue adecuadamente entre los conceptos de sensor generador y sensor modulador, y da una definición correcta de ambos conceptos, yerra en los ejemplos que proporciona y en la discusión que realiza sobre sus características, pretendiendo dar más argumentos diferenciadores. De la misma manera, induce a error en la lectura crítica que hace a esta respuesta.

Por supuesto, aquí está una lectura crítica de mi respuesta anterior:

- 1. Claridad en la explicación:** La respuesta proporciona una explicación clara de las diferencias entre los sensores generadores (pasivos) y los sensores moduladores (activos), destacando los principios de funcionamiento de cada tipo y proporcionando ejemplos relevantes.
- 2. Complejidad de la información:** La respuesta podría haber sido más detallada al abordar la complejidad de los sensores moduladores (activos) y las diversas formas en que estos sensores modulan la señal de salida en respuesta a la magnitud física medida. También podría haberse profundizado en las ventajas y desventajas específicas de cada tipo de sensor en términos de precisión, sensibilidad, complejidad y requerimientos de energía.
- 3. Ejemplos representativos:** Se proporcionaron ejemplos representativos de ambos tipos de sensores, lo que ayuda a ilustrar los conceptos explicados. Sin embargo, podría haberse ampliado la lista de ejemplos para abarcar una gama más amplia de aplicaciones y tecnologías de sensores.
- 4. Balance de la información:** La respuesta logra un buen equilibrio al proporcionar información básica sobre ambos tipos de sensores sin profundizar excesivamente en detalles técnicos complejos. Sin embargo, habría sido beneficioso proporcionar más contexto sobre las aplicaciones específicas donde se utilizan comúnmente cada tipo de sensor.

En general, la respuesta brinda una introducción sólida a la distinción entre sensores generadores (pasivos) y sensores moduladores (activos), pero podría haberse mejorado con más detalles y ejemplos específicos para una comprensión más completa.

Fig. 17. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la solicitud de una revisión crítica de su respuesta a P5: "Por favor, haz una lectura crítica de tu anterior respuesta."

Queda pues de manifiesto que la ayuda que puede proporcionar Chat-GPT para realizar una lectura crítica, en general, puede no ir más allá de proporcionar un modelo de redacción y una guía de los factores que se deben contemplar para realizar esa tarea. Hay que dudar de la veracidad del contenido de la respuesta a esa misma revisión crítica.

Finalmente, la pregunta P6 nos ilustra sobre la habilidad de Chat-GPT 3.5 para generar una redacción breve sobre un tema. La respuesta a P6 se recoge en la Fig. 18, mientras que su propia revisión crítica se recoge en la Fig. 19.

En la respuesta de Chat-GPT 3.5, el tema propuesto ha quedado bien planteado, y desarrollado de forma suficiente y completa para la extensión requerida. En primer lugar, hace referencia de forma genérica a las cuestiones: qué son los biopotenciales, y cuál es su origen; y proporciona ejemplos de los distintos tipos de biopotenciales registrables, indicando para cada uno de ellos qué información proporcionan. A continuación, indica las principales características de las señales eléctricas que representan atendiendo a su amplitud, frecuencia, forma de onda y ruido asociado; seguido de una descripción de diferentes elementos empleados para su adquisición y acondicionamiento. Finalmente, en un párrafo resume las principales cuestiones que se han desarrollado.

Por su parte, en este caso, el análisis y la valoración crítica resulta muy acertado y proporciona una visión de aquellos aspectos en los que se habría podido incidir para mejorar la respuesta.

Por tanto, podemos concluir que, en este caso, los textos generados, tanto para el desarrollo del tema, como su posterior análisis, constituyen un modelo de redacción valioso a seguir.

El registro de biopotenciales es una técnica utilizada para medir y registrar las señales eléctricas generadas por actividades biológicas en el cuerpo humano, como la actividad eléctrica del corazón (electrocardiograma - ECG), la actividad cerebral (electroencefalograma - EEG), y la actividad muscular (electromiografía - EMG), entre otros. Estas señales eléctricas son débiles y de bajo voltaje, por lo que requieren un acondicionamiento adecuado antes de ser registradas y analizadas. Aquí se presentan algunas características de las señales eléctricas registradas y de los elementos y circuitos básicos empleados para su adquisición y acondicionamiento:

Características de las señales eléctricas registradas:

- **Bajo voltaje:** Las señales biopotenciales son de bajo voltaje, típicamente en el rango de microvoltios a milivoltios.
- **Frecuencias específicas:** Cada tipo de señal biopotencial tiene un rango característico de frecuencias. Por ejemplo, el EEG tiene frecuencias dominantes en el rango de 0.5 a 100 Hz, mientras que el ECG tiene frecuencias principales en el rango de 0.05 a 100 Hz.
- **Forma de onda distintiva:** Cada tipo de señal biopotencial tiene una forma de onda característica que refleja la actividad fisiológica subyacente. Por ejemplo, el ECG muestra ondas P, QRS y T, que corresponden a la actividad eléctrica del corazón durante un ciclo cardíaco.
- **Interferencias y artefactos:** Las señales biopotenciales pueden estar sujetas a interferencias de origen externo, como el ruido eléctrico de la línea de alimentación, el movimiento muscular y otros artefactos, que pueden afectar la calidad de la señal registrada.

Elementos y circuitos básicos empleados para su adquisición y acondicionamiento:

- **Electrodos:** Los electrodos son dispositivos conductores utilizados para recoger las señales biopotenciales del cuerpo humano. Se colocan en la superficie de la piel en áreas específicas para capturar la actividad eléctrica de interés.
- **Amplificadores:** Los amplificadores se utilizan para aumentar la amplitud de las señales biopotenciales registradas, lo que ayuda a mejorar la relación señal-ruido y facilita su procesamiento posterior.
- **Filtros:** Los filtros se emplean para eliminar las frecuencias no deseadas de las señales biopotenciales, como el ruido eléctrico de alta frecuencia y las interferencias de línea de alimentación.
- **Convertidores analógico-digitales (ADC):** Los ADCs se utilizan para convertir las señales analógicas biopotenciales registradas en señales digitales, que pueden ser procesadas y almacenadas por sistemas digitales de registro y análisis.
- **Aislamiento galvánico:** Se emplea para evitar corrientes de fuga y minimizar el riesgo de lesiones eléctricas al paciente.
- **Acondicionamiento de señal:** Incluye la amplificación, filtrado, aislamiento y conversión analógico-digital de las señales biopotenciales para prepararlas adecuadamente para su posterior análisis y visualización.

En resumen, el registro de biopotenciales implica la captura y procesamiento de señales eléctricas débiles generadas por actividades biológicas en el cuerpo humano. Se requiere un acondicionamiento cuidadoso de las señales utilizando elementos y circuitos básicos para garantizar la calidad y la integridad de los datos registrados, lo que permite su análisis y diagnóstico clínico adecuados.

Fig. 18. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a P6: "Biopotenciales"

V. CONCLUSIONES

De la primera fase de aproximación a Chat-GPT 3.5 podemos concluir que la herramienta podría resultar útil para proponer actividades con las que: (1) ensayar y poner en práctica una lectura crítica de documentos, incluidas las propias respuestas de generadas por la herramienta; (2) practicar la síntesis y resumen de conceptos clave de las asignaturas, interrogando directamente por ellos, o pidiendo explicaciones o aclaraciones; (3) desarrollar habilidades de escritura, utilizando como modelo el aspecto formal de sus respuestas y (4) proporcionar realimentación constructiva sobre la propia tarea. Sin embargo, habría que explorar con mayor profundidad, la capacidad y habilidad de ChatGPT para abordar estas cuestiones con la veracidad y el rigor requeridos en el contexto académico y su valor para un aprendizaje activo.

Por otra parte, parece claro que, para mejorar la calidad, precisión y rigor de las respuestas, se hace necesaria una

interacción o entrenamiento previo que proporcione el contexto en el que se va a desarrollar el diálogo con la herramienta, y que las cuestiones se planteen de un modo claro y preciso, con la menor ambigüedad posible, y expresando el nivel de profundidad que se espera de ellas. En cualquier caso, en cualquiera de las actividades que se planteen para llevar al aula, no se debe descuidar la propia interacción con el profesor y la colaboración y discusión entre compañeros. Sobre todo, en los primeros pasos, que han de servir de entrenamiento.



Aquí tienes una lectura crítica de mi respuesta anterior:

1. **Claridad en la explicación:** La respuesta proporciona una explicación clara de las características de las señales eléctricas registradas en el registro de biopotenciales y de los elementos y circuitos básicos utilizados para su adquisición y acondicionamiento. Los conceptos se presentan de manera organizada y comprensible.
 2. **Profundidad de la información:** La respuesta podría haberse beneficiado de una mayor profundidad en la explicación de algunos conceptos clave, como los tipos específicos de electrodos utilizados en el registro de biopotenciales, los diferentes tipos de filtros empleados para eliminar interferencias y artefactos, y los principios detrás del aislamiento galvánico en la protección del paciente.
 3. **Contexto de aplicación:** Se proporcionó una visión general de las aplicaciones y relevancia clínica del registro de biopotenciales, pero podría haberse ampliado para incluir ejemplos específicos de cómo se utilizan estas técnicas en entornos médicos y de investigación.
 4. **Equilibrio entre detalles técnicos y accesibilidad:** La respuesta logra un buen equilibrio al proporcionar información técnica relevante sobre los elementos y circuitos básicos utilizados en el registro de biopotenciales, sin abrumar al lector con detalles demasiado técnicos.
- En general, la respuesta ofrece una introducción sólida al tema del registro de biopotenciales, pero podría haberse mejorado con una mayor profundidad en ciertos aspectos y más ejemplos específicos para ilustrar su aplicación en la práctica clínica y de investigación.

Fig. 19. Respuesta de Chat-GPT 3.5 a la revisión crítica de P6: Realiza una lectura crítica de tu anterior respuesta.”

En una segunda fase se ha explorado la respuesta de Chat-GPT 3.5 a cuestiones concretas propias de la teoría en el ámbito de la Instrumentación Electrónica, haciendo hincapié en la veracidad y rigor de las respuestas. Podemos concluir que, si bien en muchas ocasiones la respuesta que proporciona tiene apariencia de adecuada y visos de veracidad, también en muchas ocasiones una lectura crítica revela incongruencias, ambigüedades y lugares comunes. Sin embargo, creemos que esta misma circunstancia, lejos de ser negativa, puede aprovecharse justamente para fomentar ese espíritu crítico que se debe promover entre los estudiantes para favorecer un aprendizaje personal y activo. Es claro, y aunque obvio merece la pena incidir en ello, que Chat-GPT, no entiende de verdad, mentira, o falsedad. Construye texto y argumenta siguiendo un esquema que genera un discurso que puede resultar coherente y sonar convincente. La respuesta puede resultar acertada cuando se pregunta por definiciones comúnmente aceptadas, y obviamente no tanto, por definiciones o términos, no estandarizados. Sus respuestas resultan dudosas, y por tanto deben ser puestas en cuarentena, cuando se le pide proporcionar ejemplos o características concretos. Chat-GPT 3.5 resulta convincente en la generación de textos breves, cuando se plantea resumir aspectos generales un tema. Sin embargo, su realimentación sobre el valor del texto generado no es siempre fiable. Es, por tanto, muy aconsejable advertir de sus limitaciones y de la necesidad de contrastar las respuestas que proporciona con otras fuentes.

En resumen, y respecto de los objetivos marcados en esta exploración creemos que una herramienta de este tipo, en su estado actual de desarrollo, puede ser útil para plantear actividades que lleven a los estudiantes estudiar y profundizar

en los contenidos teóricos de la asignatura, al proporcionar un medio de comunicación con un interlocutor que está dispuesto a responder de manera inmediata a sus dudas o a sus necesidades de búsqueda de información. Eso sí, siempre bajo la alerta y precaución acerca del valor y rigor de dicha respuesta. Creemos que este aspecto, más que un inconveniente, debería servir como reto y estímulo a desarrollar una actitud crítica, no solo hacia la propia herramienta, sino también hacia los textos de la bibliografía y el propio discurso del profesor. En la versión gratuita disponible, la herramienta no puede ocupar el lugar de un tutor, pero sí el de un compañero de estudio al que acudir para resolver dudas y contrastar ideas, con la debida precaución sobre la veracidad de sus respuestas. Si bien, en palabras del profesor Peter Drucker:

“... lo difícil e importante no es encontrar las respuestas correctas sino encontrar la pregunta adecuada. Ya que hay pocas cosas tan inútiles, incluso peligrosas, como la respuesta correcta a la pregunta equivocada”.

AGRADECIMIENTOS

Gracias al Dpto. de Electrónica de la UMA, por su soporte.

REFERENCIAS

- [1] Carlino, P. Escribir, leer y aprender en la universidad. Ed. FCE. 2005. ISBN: 950-557-653-6
- [2] Álvarez, M; Yániz, C. “Writing practices in Spanish universities / Las prácticas escritas en la universidad española,” Cultura y Educación /Culture and Education, vol. 27, No. 3, pp. 594-628. September 2015. <https://doi.org/10.1080/11356405.2015.1072356>
- [3] Perassi, M; Cariello, M.E.; Castañeda, L; Bonell, C.; “La enseñanza de la lectura y la escritura integrada a la formación profesional,” Educación en Ingeniería, vol 12, n° 23, pp. 4-8; 2017. ISSN 1900-8260; <https://doi.org/10.26507/rei.v12n23.622>
- [4] OpenAI. ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue, noviembre 2022. Disponible en <https://openai.com/blog/chatgpt-plus>
- [5] Montenegro-Rueda, Marta, José Fernández-Cerero, José María Fernández-Batanero, and Eloy López-Meneses. 2023. "Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review" Computers 12, no. 8: 153. <https://doi.org/10.3390/computers12080153>
- [6] Rodríguez Almazan, Y.; ParraGonzález, E.; Zurita-Aguilar, K.; Mejía Miranda, J.; Bonilla Carranza, D. “ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes,” Computación e Informática, C5-1, C5-12, Año 12 N° 1, Mayo 2023.
- [7] 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 (ITT), Dubai, United Arab Emirates, 2023, pp. 151-156, doi: 10.1109/ITT59889.2023.10184267
- [8] Cooper, G. Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. J Sci Educ Technol 32, 444-452 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- [9] Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M.A. et al. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. Smart Learn. Environ. 10, 15 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- [10] Rodríguez-Echeverría, R.; Gutiérrez, J.D. Conejero, JM.; Prieto, A. E.; “Impacto de ChatGPT en los métodos de evaluación de un grado de Ingeniería Informática”; Actas de las Jenui, vol. 8. pp.: 33-40; Granada 2023;
- [11] Herbold S, Hautli-Janisz A, Heuer U, Kikteva Z, Trautsch A. “A large-scale comparison of human-written versus ChatGPT-generated essays.” Sci Rep. 2023 Oct 30;13(1):18617. doi: 10.1038/s41598-023-45644-9. PMID: 37903836; PMCID: PMC10616290
- [12] Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. Innovations in Education and Teaching International, 61(2), 228-239. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>