



Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024.

TESIS DOCTORAL

que, para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

PRESENTA

Paola Montalvo García

ASESOR

Dr. Oscar Bahena Nava

México, 2025

La presente Tesis Doctoral debe ser citada como:

Montalvo García, P. (2025). Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024. [Tesis de Doctorado. Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría y mención de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen.

La presente investigación se enfocó en estudiar el uso de la inteligencia artificial (IA) para promover el pensamiento crítico en la enseñanza de la química, teniendo como unidad de estudio una institución educativa mexicana. Objetivo: El objetivo general fue investigar cómo la IA, específicamente haciendo uso del chatbot Copilot, puede contribuir a desarrollar habilidades de pensamiento crítico entre los estudiantes. La investigación subraya la importancia de incorporar enfoques pedagógicos innovadores como parte del proceso de enseñanza, haciendo hincapié en el rol de la IA en la educación. Método: Se siguió un enfoque cuantitativo guiado por un método racional de análisis, el cual permite atender problemas complejos utilizando la lógica y la deducción, lo cual se apoyó en una tipología de investigación correlacional que hizo uso de la encuesta como técnica para la recolección de datos. Resultados: Los principales resultados indican que el uso del chatbot Copilot contribuye al desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico, en este caso considerando estudiantes de química. Conclusión: La investigación concluye que, en términos generales, Copilot, como herramienta de IA permite crear recursos educativos interactivos que aporten a una mejor comprensión de la información por parte de los estudiantes, aportando en última instancia a desarrollar en estos su capacidad de pensamiento crítico.

Palabras claves: Inteligencia Artificial (IA), Pensamiento crítico, Innovación pedagógica

Abstract.

The present research focused on studying the use of artificial intelligence (AI) to promote critical thinking in chemistry teaching, with a Mexican educational institution as the unit of study. Objective: The general objective was to investigate how AI, specifically making use of the chatbots Copilot, can contribute to the development of critical thinking skills among students. The research highlights the importance of incorporating innovative pedagogical approaches as part of the teaching process, emphasizing the role of AI in education. Method: A quantitative approach guided by a rational method of analysis was followed, which allows addressing complex problems using logic and deduction, which was supported in a correlational research typology that made use of the survey as a data collection technique. Results: The main results indicate that the use of the chatbots Copilot contributes to the development of critical thinking skills, considering chemistry students. Conclusion: The research concludes that in general terms, Copilot, as an AI tool, allows the creation of interactive educational resources that contribute to a better understanding of the information by the students, ultimately contributing to the development of their critical thinking skills.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Critical thinking, Pedagogical innovation.

Agradecimientos.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a cada persona que estuvo a mi lado para que este sueño se hiciera realidad. A mi esposo, familia y amigos, quienes siempre me recordaron que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Gracias por sus palabras de aliento y por enseñarme que, aunque caigamos, lo importante es levantarse y seguir caminando hacia nuestras metas. Sin su apoyo incondicional, nada de esto hubiera sido posible. Este logro es tan suyo como mío. ¡Gracias de corazón!

Dedicatorias.

Dedico este logro a mi esposo, porque sin su apoyo constante y su paciencia nada habría fluido como lo hizo, y hoy no estaría aquí, finalizando un doctorado.

También lo dedico a la persona que me inspiró a ser docente, que es mi padre, ya no está físicamente, pero que me enseñó a luchar con estrategia y perseverancia. Día a día lo recuerdo como si estuviera a mi lado, animándome en cada logro y acompañándome en cada dificultad.

Finalmente, dedico este triunfo a mi mamá, quien me recuerda cada día lo especial que soy y me impulsa a creer que puedo alcanzar todo lo que me proponga.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Capítulo 1. Proyección de la investigación.....	3
1.1 Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).....	8
1.4. Justificación.....	8
1.5. Objeto de estudio.....	10
1.6. Campo de acción.....	10
1.7. Objetivos.....	10
1.7.1. Objetivo General.....	10
1.7.2. Objetivos específicos.....	11
1.8. Hipótesis.....	11
1.9. Alcance temático.....	11
1.10. Delimitación Espacial y Temporal.....	11
CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.....	13
2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).....	21
2.2. Marco Teórico.....	32
2.3. Marco Conceptual.....	58

Capítulo 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación.....	65
3.1. Cuadro Operacionalización de variables.	65
3.2. Diseño metodológico.	70
3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.....	70
3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.....	71
3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.....	74
3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.....	74
3.3. Trabajo de campo (o Presentación de evidencias, si corresponde).....	78
3.3.1. Aplicación de los instrumentos.....	78
3.3.2. Procesamiento de la información.....	79
3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.	79
3.5. Redacción de resultados y discusión	108
Capítulo IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN	114
4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.....	115
4.2. Estructura de la propuesta de transformación.	116
4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.	133
CONCLUSIONES.....	135
RECOMENDACIONES.....	137
BIBLIOGRAFÍA	139

Índice de figuras.

Figura 1 Componentes de la inteligencia artificial (Amit Modi, citado en Carbonell-García et al, 2023).....	13
Figura 2. Elementos del pensamiento crítico. (MÁSTER MBA-SEVILLA, 2023).....	44
Figura 3. Fórmula para el cálculo de la muestra.....	76
Figura 4. Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la muestra	76

Índice de gráficas.

Gráfica 1. Edad.....	79
Gráfica 2. Sexo	80
Gráfica 3. Copilot se adapta fácilmente a mis necesidades de aprendizaje.	81
Gráfica 4. Las respuestas son relevantes para mis preguntas de química.....	82
Gráfica 5. Copilot personaliza su asistencia según mi nivel de conocimiento.	83
Gráfica 6. Siento que entiende mis dificultades en química.....	84
Gráfica 7. Proporciona ejemplos claros y útiles	85
Gráfica 8. La interacción con Copilot mejora mi comprensión de los conceptos de química.....	85
Gráfica 9. Ajusta su Lenguaje a mi nivel de Comprensión	86
Gráfica 10. Las Sugerencias son útiles para mi aprendizaje.....	87
Gráfica 11. Me ayuda a identificar mis áreas de mejora en química.....	88
Gráfica 12. La retroalimentación es específica y constructiva	89
Gráfica 13. Maneja adecuadamente preguntas complejas de química	90
Gráfica 14. Las respuestas son precisas y detalladas.....	91
Gráfica 15. Copilot puede explicar conceptos difíciles de manera sencilla.	92
Gráfica 16. Las respuestas son consistentes con lo que he aprendido en clase	92
Gráfica 17. Proporciona ejemplos prácticos en sus respuestas.....	93
Gráfica 18. Las explicaciones de Copilot son fáciles de seguir	94
Gráfica 19. Permite relacionar diferentes conceptos de química en sus respuestas	95

Gráfica 20. Las respuestas me ayudan a entender mejor los temas de química	96
Gráfica 21. Copilot puede responder a preguntas específicas sobre experimentos de química	97
Gráfica 22. Las respuestas son útiles para mis tareas y estudios.....	98
Gráfica 23. Copilot me ayuda a analizar problemas de química de manera crítica.....	99
Gráfica 24 Las actividades mejoran mi capacidad de razonamiento lógico.....	100
Gráfica 25. Copilot fomenta mi curiosidad por aprender más sobre química	101
Gráfica 26. Las preguntas me desafían a pensar de manera más profunda	102
Gráfica 27. Me ayuda a evaluar diferentes soluciones a un problema	103
Gráfica 28. Las interacciones con Copilot mejoran mi capacidad para argumentar mis respuestas	104
Gráfica 29. Me motiva a investigar más allá de lo que se enseña en clase	105
Gráfica 30. Las actividades de Copilot me ayudan a conectar conceptos de química con situaciones reales.....	106
Gráfica 31. Me enseña a cuestionar la información de manera crítica.....	107
Gráfica 32. Las tareas con Copilot mejoran mi capacidad para resolver problemas complejos.	108

Índice de tablas.

Tabla 1. Postulados teóricos tres teorías sobre la generación del pensamiento crítico.....	35
Tabla 2. Categorías del pensamiento crítico.....	36
Tabla 3. Teorías del pensamiento crítico asociadas al proceso de lectura y escritura	37
Tabla 4. Operacionalización de variables	66

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se centró en el uso innovador de la inteligencia artificial (IA) para promover el pensamiento crítico en el campo de la enseñanza de la química en una institución educativa de México. El objetivo fue explorar cómo la IA, a través de la implementación del chatbots Copilot, puede contribuir a desarrollar habilidades de pensamiento crítico entre los estudiantes, situándose así la presente investigación en el ámbito de la innovación educativa, abordando la acuciante necesidad de identificar y aplicar metodologías de enseñanza dinámicas que fortalezcan la indagación científica en los estudiantes.

La investigación subraya la importancia de incorporar enfoques pedagógicos innovadores para la mejora de la calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje, haciendo hincapié en el papel de la IA como herramienta transformadora de la educación, capaz de crear recursos educativos interactivos que mejoren, tanto la comprensión como la retención de la información por parte de los estudiantes.

El capítulo 1, titulado "Protocolo de investigación", ahonda en los elementos estructurales de la investigación, esbozando las preguntas, los objetivos y las hipótesis de la investigación, brindando una visión de la dirección del estudio. El capítulo también indica la importancia del pensamiento crítico en la educación científica, así como también el potencial de la IA para abordar los retos educativos contemporáneos.

En el capítulo 2 se analiza la IA y sus aplicaciones en la educación, considerando su desarrollo histórico, sus capacidades actuales para actividades diversas y su efecto en diversos sectores, incluido el educativo. El capítulo, principalmente examina los fundamentos teóricos de la IA y su potencial como herramienta para revolucionar la enseñanza por medio de experiencias de aprendizaje personalizadas y adaptativas.

El capítulo 3, detalla los aspectos metodológicos en los que se fundamenta el estudio, describiendo la muestra de estudio, los instrumentos para la recolección de datos y los procedimientos utilizados para llevar a la práctica y evaluar el chatbots Copilot en el ámbito de la enseñanza. El capítulo también expone las técnicas

estadísticas utilizadas para analizar los datos, y garantizar así la fiabilidad y validez de las conclusiones. En la parte de resultados, se presenta los datos recolectados durante el estudio, destacando la orientación establecida en los objetivos específicos del estudio.

En el capítulo 4 presenta una propuesta educativa basada en la integración del chatbot Copilot como herramienta de inteligencia artificial para optimizar la gestión pedagógica en la enseñanza de la química. Esta propuesta busca personalizar el aprendizaje al adaptar las respuestas y recursos a las necesidades y niveles específicos de los estudiantes del CCH Oriente. Se establecen estrategias para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico mediante la interacción activa con la herramienta, el manejo adecuado de preguntas complejas y la provisión de retroalimentación constructiva. Además, se plantean recomendaciones para la capacitación docente y la implementación práctica que garantice una adecuada integración de la inteligencia artificial en el proceso educativo, promoviendo así una innovación pedagógica efectiva y una mejora en los resultados de aprendizaje.

Finalmente, se presentan las conclusiones del estudio, así como también las recomendaciones, subrayando la importancia de seguir investigando en este campo. Se ofrecen sugerencias prácticas para implantar herramientas de IA en entornos educativos, lo que proporciona directrices a los educadores sobre cómo integrar chatbots como Copilot en sus prácticas docentes.

De manera que, la investigación ofrece un examen parcial del potencial de la IA para mejorar el pensamiento crítico en la enseñanza de la química, a la vez que proporciona una orientación detallada del proceso de investigación llevado a cabo, desde sus fundamentos teóricos hasta su aplicación práctica

Capítulo 1. Proyección de la investigación.

La evolución del sistema educativo a lo largo de los años ha demandado una adaptación constante a las necesidades contemporáneas de los estudiantes. La incorporación de innovaciones pedagógicas se ha tornado imprescindible para mejorar la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, la instrucción en química exige la implementación de metodologías dinámicas que no solo mantengan el interés de los alumnos, sino que también fomenten la aplicación del método científico para la resolución de problemas, mejorando así su comprensión de los conceptos químicos.

La importancia de la innovación educativa en este campo es de interés para la mejora de la calidad en la enseñanza y el aprendizaje. Para lograr esto, es necesario implementar procesos dinámicos que permitan captar el interés de los estudiantes a la vez que se promueve el método científico para resolver problemas.

En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta para ampliar la información y mejorar la educación en química. La IA puede ser utilizada para crear recursos educativos interactivos que permitan a los estudiantes explorar y experimentar de manera más efectiva, lo que puede aumentar su comprensión y retención de la información.

1.1 Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.

La investigación que se realizó se fundamenta en la línea de investigación innovación educativa y perspectivas tecnológicas teniendo como base el ámbito de estudio gestión en las tendencias de la innovación, investigación, uso y/o desarrollo tecnológico. Se trabajará con herramientas como la IA y la interacción que esta puede ocasionar en los alumnos de media superior. Por lo cual tiende a ser innovador la investigación.

1.2 Planteamiento del problema.

De acuerdo con Rodríguez et al (2023) la educación es un proceso complejo que implica la transmisión de conocimientos, habilidades y valores. En el contexto actual la educación científica en el nivel medio superior juega un papel fundamental para la preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

En respuesta a los desafíos globales, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promueve una educación de calidad que abarca desde el preescolar hasta la educación superior. En este contexto, cursar un bachillerato se vuelve de vital importancia. El bachillerato no solo proporciona a los estudiantes una base de conocimientos, sino que también les permite desarrollar habilidades para su actuar ciudadano y profesional en el siglo XXI, pudiendo mencionarse entre estas el pensamiento crítico y la resolución de problemas (UNESCO, 2015).

En relación con los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA) de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) en 2022, se identificó que los jóvenes mexicanos de 15 años, próximos a ingresar a la Educación Media Superior, generalmente alcanzan el nivel 2 de desempeño. Este nivel evidencia deficiencias en matemáticas, lectura y ciencias.

Es importante mencionar que esta prueba cuenta con cinco niveles de desempeño para lectura, seis niveles para matemáticas y tres niveles para ciencias. En el caso de las ciencias, los niveles son:

1. Identificar asuntos o temas científicos (reconocer lo que se puede investigar y los rasgos fundamentales).
2. Explicar científicamente los fenómenos (requerir aplicar el conocimiento de la ciencia y describir fenómenos).
3. Usar evidencia científica (interpretar, sacar conclusiones y comunicar la información).

En el área de ciencias, no hubo cambio de importancia, alcanzándose un nivel 2. Este nivel, en términos generales, se considera bajo. Los estudiantes que alcanzan este nivel pueden reconocer la explicación correcta de fenómenos científicos familiares y pueden usar dicho conocimiento para identificar, en casos simples, si una conclusión es válida en función de los datos proporcionados (OCDE, 2007; OCDE, 2022).

Las ciencias experimentales impulsan el progreso tecnológico en México, lo que provoca cambios de interés en las dinámicas sociales y ambientales. Es fundamental que la educación científica en el nivel medio superior tenga como objetivo que las y los estudiantes puedan establecer una conexión entre los fenómenos cotidianos y algunos conceptos científicos de interés. El nuevo Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS) en esta área afirma que la enseñanza obligatoria de ciencias experimentales y tecnología mejora la educación integral de las personas porque fomenta el pensamiento crítico, lo que mejora la toma de decisiones basadas en evidencia. (SEP, 2022; SEP, S/F)

Navarro et al (2022) indican que la Universidad **Nacional Autónoma de México (UNAM)** sostiene que las ciencias experimentales son una parte integral de la educación en el nivel medio superior. A su juicio, los estudiantes en estas materias adquieren fundamentos para el desarrollo de habilidades y competencias para su futuro, tanto en el ámbito académico, como en el profesional. Entre estas habilidades se consideran el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la capacidad para realizar experimentos, el análisis de datos, y la comprensión de los conceptos científicos vinculados al campo de las ciencias experimentales.

De acuerdo con Vendrell y Rodríguez, (2020) los estudiantes con pensamiento crítico desarrollan destrezas tales como:

1. Analizar información de manera objetiva.
2. Evaluar argumentos y evidencias.
3. Resolver problemas complejos.
4. Tomar decisiones informadas.
5. Comunicarse de manera efectiva.

Atendiendo a otro tópico muy importante, se ha observado como las novedades tecnológicas aplicadas en la educación se adaptan constantemente a las necesidades actuales de enseñanza-aprendizaje. Una de estas innovaciones es la inteligencia artificial (IA), de acuerdo con Ocaña (2019) indica que tiene el potencial de impactar significativamente en la educación a través del aprendizaje personalizado. Esta solución viable ofrece asistencia automatizada para ayudar a los estudiantes, independientemente de su nivel académico. La IA proporciona una perspectiva nueva y atractiva en relación con el dinamismo del aprendizaje. La interacción virtual, regulada por los parámetros de la IA, facilita el aprendizaje, ya que los mecanismos de apoyo están disponibles cuando sean necesarios, independientemente del tiempo y el espacio del usuario. Este sistema se ha utilizado en el enfoque basado en el conocimiento actualmente conocido como GOFAI (por sus siglas en inglés, Good Old-Fashioned Artificial Intelligence) y han tenido éxito principalmente en áreas como las matemáticas y la física. (INTEF, 2018)

En su investigación, Pantoja et al (2020) emplearon el método Science. Technology, Engineering and Mathematics (STEAM). Este estudio demostró que la aplicación de este enfoque fomenta las habilidades como el pensamiento crítico que implica la capacidad de analizar y evaluar la consistencia del razonamiento. Los resultados indican que los alumnos adquieren una nueva perspectiva para resolver problemas, permitiendo tratar situaciones innovadoras, subrayando así el valor de la tecnología en el aprendizaje.

Otro estudio realizado por Instituto de Tecnología Norteamericano, Massachusetts Institute of Technology (MIT), determinó si el ChatGPT, un sistema de IA basado en el lenguaje mejoraba la productividad en la creación de documentos. Los resultados fueron que las personas que utilizaron este chatbots escribieron más rápido y mejor que los usuarios que no lo tenían. Los hallazgos demostraron que la IA redujo el tiempo, mejoro la productividad, y la calidad del trabajo. (Vilas, 2023 como se citó en Morduchowicz, 2023). Por ejemplo, el uso de chatbots como Gemini, Chat GPT y Bing chat serían muy limitados si solo se desarrollara el pensamiento crítico.

Sin embargo, un nuevo estudio realizado por los investigadores del MIT y la Universidad de Columbia evaluó afirmaciones generadas por GPT-3, de OpenAI, para determinar su lógica. Los participantes debían decidir si las afirmaciones tenían sentido desde un punto de vista lógico. Los resultados mostraron que el tercer grupo, al que se presentaban preguntas, obtuvo puntuaciones más altas al detectar cuando la lógica de la IA no encajaba. Este método hizo que las personas se sintieran más responsables de las decisiones tomadas con IA, lo que podría reducir la dependencia excesiva de la información generada por esta.

En el estudio anterior, cuando la IA planteaba preguntas, los participantes afirmaban que les ayudaba a cuestionar sus reacciones y a pensar mejor. Los investigadores esperan que este enfoque fomente las habilidades de pensamiento crítico en quienes utilizan chatbots de IA en la escuela o al buscar información en Internet.

La IA puede adaptarse al ritmo y estilo del aprendizaje de cada estudiante permitiendo la generación de habilidades como el pensamiento crítico ya que se ajusta a las necesidades específicas de cada alumno lo que permite a los estudiantes corregir errores y mejorar sus habilidades de una manera significativa. Así, en el contexto de la Escuela preparatoria de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente, se evidencia una escasa disposición por parte de los estudiantes para adquirir o reforzar la competencia del pensamiento crítico en el área de ciencias experimentales. Se ha observado que carecen de habilidades tales como la resolución de problemas, lo cual se valora como un elemento esencial para llegar a conclusiones que permitan tratar desafíos tanto en la vida diaria como en el entorno laboral.

Asimismo, la evaluación de información, que implica la capacidad de analizar datos de distintas fuentes para llegar a conclusiones fundamentadas, es una destreza que también necesita ser desarrollada en los estudiantes para mejorar su capacidad de análisis y toma de decisiones, el pensamiento abstracto que se entiende en la comprensión de conceptos a un nivel más profundo y reconocer patrones o tendencias.

Bajo esta perspectiva, es de interés investigar como los alumnos del CCH Oriente pueden desarrollar el pensamiento crítico a través de estos métodos de

enseñanza innovadores. La IA, por lo tanto, se presenta como una herramienta poderosa para generar y fomentar el pensamiento crítico.

1.3. Formulación del problema (Pregunta de investigación).

¿Cómo se puede optimizar el proceso de enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024?

Preguntas subsidiarias

- 1 ¿Cómo puede Copilot ser personalizado para adaptarse a las necesidades específicas de los estudiantes de química del CCH Oriente?
- 2 ¿Qué tipo de preguntas de química puede Copilot manejar para ayudar a los estudiantes del CCH Oriente a desarrollar su pensamiento crítico?
- 3 ¿Cómo puede Copilot proporcionar retroalimentación efectiva que promueva el pensamiento crítico en los estudiantes de química del CCH Oriente?

1.4. Justificación.

En un mundo cada vez más digitalizado, la educación se enfrenta a desafíos y oportunidades sin precedentes. La IA ha emergido como una herramienta en diversos campos, y su aplicación en la educación no es la excepción. En particular, los chatbots han ganado popularidad como asistentes virtuales capaces de interactuar con los usuarios de manera natural.

Desde un punto de vista teórico, la presente investigación contribuye de manera significativa al conocimiento en el ámbito de la educación en ciencias, específicamente en la enseñanza de la química a nivel medio superior. A nivel nacional y local, aporta evidencia sobre la eficacia del uso de chatbots con inteligencia artificial como herramientas para promover el desarrollo del pensamiento crítico, superando los

enfoques tradicionales basados en la memorización y la transmisión pasiva de contenidos. De este modo, amplía el marco teórico respecto a la integración de tecnologías emergentes en la enseñanza de las ciencias experimentales en México.

En un aspecto práctico, este estudio plantea objetivos transformadores para la práctica educativa, con la implementación de asistentes virtuales basados en inteligencia artificial que facilitan un aprendizaje activo e interactivo. Se anticipa que dicha innovación contribuya a optimizar recursos educativos y a disminuir costos asociados al proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes representa una mejora sustancial e incremental en el objeto de estudio, orientada a una educación de mayor calidad y pertinencia.

En el aspecto social se reflejan en los estudiantes del CCH Oriente, quienes podrán fortalecer competencias clave necesarias para afrontar los retos contemporáneos. Asimismo, docentes y la comunidad educativa contarán con estrategias pedagógicas basadas en tecnología que podrán replicarse en otras instituciones de nivel medio superior en México. En consecuencia, la investigación promueve un impacto positivo en la formación de ciudadanos críticos y reflexivos, contribuyendo al bienestar social y al desarrollo educativo nacional.

Se propone una metodología novedosa que combina la implementación y evaluación del uso de chatbots con inteligencia artificial en el ámbito educativo, orientada a medir el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química. Esta metodología puede ser replicada y adaptada en futuras investigaciones similares, consolidando un referente para la incorporación de tecnologías digitales en contextos educativos diversos.

Para el investigador, este estudio representa una oportunidad para aportar al avance de la educación en química, combinando la experiencia pedagógica con la investigación científica. Además, permite profundizar en el uso de tecnologías emergentes para mejorar los procesos formativos, con un impacto positivo en el desarrollo profesional y académico.

1.5. Objeto de estudio.

Con base a la información proporcionada, el objeto del estudio busca explorar el potencial de los chatbots, específicamente Copilot, para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente. El estudio aborda aspectos clave como la personalización de Copilot para adaptarse a las necesidades de los estudiantes, el manejo de preguntas de química que fomenten el pensamiento crítico, y la evaluación de cómo Copilot puede proporcionar retroalimentación efectiva que promueva dicho pensamiento crítico.

1.6. Campo de acción.

El estudio se enfoca en la implementación y personalización del asistente virtual Copilot con inteligencia artificial para atender las necesidades específicas de estudiantes de química en nivel medio superior. Se aborda el diseño y manejo de preguntas orientadas a fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en el aprendizaje de la química, así como la evaluación de la eficacia de Copilot en la entrega de retroalimentación efectiva que potencie dichas habilidades cognitivas. Este campo de acción incluye el análisis de la interacción estudiante-chatbot y su impacto en los procesos formativos, en el contexto del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Oriente.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General.

Diseñar un modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024

1.7.2. Objetivos específicos.

1. Analizar cómo puede ser adaptado Copilot para adaptarse a las necesidades específicas de los estudiantes de química del CCH Oriente.
2. Identificar qué tipo de preguntas de química puede manejar Copilot para ayudar a los estudiantes del CCH Oriente a desarrollar su pensamiento crítico.
3. Evaluar cómo puede Copilot proporcionar retroalimentación efectiva que promueva el pensamiento crítico en los estudiantes de química del CCH Oriente.

1.8. Hipótesis.

La implementación de chatbots Copilot, en el proceso educativo de estudiantes de química del CCH Oriente contribuirá significativamente al desarrollo del pensamiento crítico en dichos estudiantes

1.9. Alcance temático.

Los alcances para esta investigación se ubican en la determinación del potencial que presentan los chatbots, específicamente Copilot, para fomentar el pensamiento crítico en estudiantes de química a nivel medio superior (CCH Oriente). En el estudio se considera, por ejemplo, la adaptación de Copilot para atender preguntas de química que promuevan el pensamiento crítico, lo que persigue contribuir a la mejora de la enseñanza de la química y al desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI en estudiantes mexicanos.

1.10. Delimitación Espacial y Temporal.

El estudio se centra exclusivamente en los alumnos de química del CCH Oriente, por lo que los resultados podrían no ser aplicables a otros contextos educativos. Sin embargo, debe destacarse que la investigación se basa en el uso de Copilot, por lo que los hallazgos podrían estar restringidos a las capacidades y características de esta herramienta.

La investigación se llevará a cabo durante un periodo definido de un ciclo escolar, comprendiendo los meses de febrero a julio de 2026. Este intervalo permitirá implementar la herramienta Copilot, realizar las actividades de enseñanza-aprendizaje, y recoger datos suficientes para su análisis

CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.

La inteligencia artificial (IA) es una ciencia computacional que existe desde 1943 y que ha cambiado la forma de procesar la información y vivir la vida, pasando de ser una idea de ciencia ficción a ser una parte esencial de nuestro día a día, y aunque aún está en desarrollo, tiene tanta relevancia e influencia como el inicio de Internet, llegando a aplicarse en varios sectores de la sociedad, como la salud, la economía, el transporte y la educación, y ha iniciado una nueva revolución digital. En esta revolución, las máquinas intentan imitar la inteligencia humana, por lo que algunos países han creado leyes para regular sus usos (Peña et al., 2020).

La IA es un campo que estudia cómo explicar y emular el comportamiento inteligente con procesos computacionales. Es una “rama de la computación que automatiza el comportamiento inteligente, siendo

Hay tres componentes básicos que la IA requiere para operar bien, y según Amit Modi, citado en Carbonell-García et al. (2023) estos son los que se muestran en la figura 1.



Figura 1 Componentes de la inteligencia artificial (Amit Modi, citado en Carbonell-García et al, 2023)

Para apreciar el impacto de la IA, especialmente en el sector educativo, que es un pilar fundamental de la vida social global, es esencial entender la estructura de este sector., de inicio, valorando que el mismo ha sufrido cambios radicales debido a diversos factores, entre ellos la sociedad, la pandemia y la tecnología. Por lo tanto, es adecuado tratar el estudio de la IA, y su vínculo con la educación como un área de gran influencia, ya que no se puede hablar de educación sin mencionar la tecnología, y hoy en día, sin referirse a la Inteligencia Artificial (Carbonell-García et al., 2023). La era tecnológica ha influido tanto en la educación que hay muchos temas importantes para tener en cuenta.

Para Muñoz-Guevara et al. (2021) la educación 4.0 es la que promueve el uso de recursos físicos y digitales que ofrecen soluciones innovadoras a los retos presentes y futuros de la sociedad, permitiendo así que la educación se adapte a esta llamada cuarta revolución industrial, donde la interacción entre máquinas y humanos es ineludible. En este sentido, el aprendizaje humano-máquina se adquiere valor al estimular el autoaprendizaje, expresándose así una realidad que necesita ser atendida por docentes y estudiantes.

La educación ha cambiado y no puede quedarse igual, porque es parte de la naturaleza social de las personas. El objetivo es instruir usando tecnología avanzada y automatización para transformar el entorno educativo.

La evolución humana ha creado máquinas inteligentes que hacen tareas humanas, algo que hace poco parecía imposible. Estos progresos tecnológicos, que quieren mejorar la vida humana, están en todos los ámbitos de nuestra vida, incluyendo la educación. La educación del siglo XXI se enfrenta a desafíos por estos cambios tecnológicos y sociales.

La Inteligencia Artificial tiene dos tipos de aplicaciones educativas: las que facilitan el aprendizaje al estudiante y las que ayudan al profesor en tareas como planificar, diseñar y organizar la enseñanza. Su adaptabilidad beneficia tanto a quien enseña como a quien aprende en el proceso educativo.

La Inteligencia Artificial (IA) ha ofrecido varios aportes al campo de la educación, en el marco de su evolución histórica y su impacto en la sociedad. Estos son algunos de ellos:

1. Diseño de programas de estudio avanzados: La IA facilita al personal docente el acceso a información pertinente y actualizada, a la vez que permite la elaboración de contenidos educativos de alto nivel y de gran utilidad para los estudiantes.
2. Tutorías personalizadas: La IA permite monitorizar el rendimiento de los estudiantes en tiempo real, proporcionando retroalimentación y sugerencias que mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje y aumentan el desempeño académico. Un ejemplo sobresaliente de esto es el sistema de tutoría virtual desarrollado por la Universidad de Stanford. En países latinoamericanos, como Perú, se ha ejecutado un proyecto piloto para la introducción de tutores virtuales de matemáticas en escuelas primarias y secundarias en zonas rurales.
3. Asesoría virtual autónoma: Lo que antes era una utopía, hoy es una realidad que simplifica el proceso de enseñanza-aprendizaje al resolver de manera personalizada las consultas o dificultades de los estudiantes. Los Chatbots son un claro ejemplo de esto.
4. Contenidos de aprendizaje personalizados: Debido a que cada estudiante tiene su propio ritmo y estilo de aprendizaje, la IA puede adaptarse a cada caso y ofrecer contenidos adecuados en el formato más apropiado para el estudiante, ya sea en forma de videos, textos, audios, etc.
5. Predicciones de abandono escolar: El abandono escolar es uno de los mayores retos a nivel mundial en la educación. La IA facilita la detección temprana de este problema, permitiendo la implementación de soluciones viables que pueden prevenir o disminuir significativamente el abandono escolar.

Estos son solo algunos de los aportes más destacados de la IA a la educación. El campo es amplio y las formas en que la IA puede contribuir a una educación adaptada a la era de la revolución digital son diversas.

Perspectiva de la UNESCO frente al uso de la IA en la educación

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) reconoce el potencial de la inteligencia artificial (IA) para tratar algunos de los desafíos presentes en la educación actual, innovar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y acelerar el progreso hacia la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (UNESCO, 2023). Sin embargo, también reconoce que los rápidos desarrollos tecnológicos conllevan múltiples riesgos y desafíos, que hasta ahora han superado los debates políticos y los marcos regulatorios.

La UNESCO se dedica a apoyar a los Estados Miembros en el aprovechamiento del potencial de las tecnologías de inteligencia artificial para alcanzar los objetivos de la Agenda de Educación 2030, asegurándose de que su implementación en contextos educativos cumpla con los principios de inclusión y equidad (Herrera-Aguilar, 2022). Su mandato implica intrínsecamente una visión centrada en el ser humano respecto a la IA.

La meta de la UNESCO es incorporar el rol de la inteligencia artificial en la mitigación de las desigualdades actuales en el acceso al conocimiento, la investigación y la diversidad cultural, asegurando que la IA no incremente la brecha tecnológica tanto a nivel nacional como internacional. El lema "IA para todos" busca que cada persona pueda beneficiarse de la revolución tecnológica actual y disfrutar de sus beneficios, especialmente en lo que respecta a innovaciones y conocimientos.

Adicionalmente, en el contexto del Consenso de Beijing, la UNESCO ha desarrollado una publicación para promover la capacitación de quienes formulan políticas educativas en el ámbito de la inteligencia artificial. Dicha publicación, titulada "Inteligencia artificial: guía para responsables de políticas", resultará útil para los profesionales involucrados en las comunidades educativas y en la formulación de políticas (Holmes et al., 2021). Su objetivo es favorecer la comprensión compartida de las oportunidades y desafíos que la IA proporciona a la educación, así como sus implicaciones para las competencias básicas necesarias en la era de la IA.

Mediante sus proyectos, la UNESCO afirma que el despliegue de las tecnologías de IA en la educación debe mejorar las capacidades humanas y proteger los derechos humanos para facilitar la colaboración entre el hombre y la máquina en la vida, el aprendizaje y el trabajo, y para el desarrollo sostenible (García-Peñalvo et al., 2024).

Junto con sus asociados, las organizaciones internacionales y los valores clave que la UNESCO tiene como pilares de su mandato, la UNESCO espera reforzar su papel de liderazgo en la IA en la educación, como laboratorio mundial de ideas, órgano normativo, asesor de políticas y agente creador de capacidades.(UNESCO, 2023). Por lo que, tanto los estudiantes como los docentes utilizan la inteligencia artificial (IA) para diversos propósitos: crear, escribir, programar y mucho más. La IA ofrece caminos innovadores para explorar y obtener ayuda en temas específicos, así como accesos directos para facilitar procesos. Esto desafía a los sistemas educativos a reconsiderar los métodos de evaluación tradicionales e impulsa innovaciones en las formas de medir el aprendizaje.

En otras palabras, se trata de replantear cómo aprendemos y enseñamos y cómo se enseña a los educandos y qué priorizarán. Pero, a pesar de estos usos, los beneficios que la tecnología puede proporcionar permanecen en el ámbito de la esperanza y la expectativa.

A pesar de que todavía no hay evidencia concluyente que demuestre que aplicaciones de inteligencia artificial generativa como ChatGPT o Copilot incrementan el rendimiento académico, la IA es vista como una herramienta que puede ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas (Tanprasert et al., 2024). Aunque este potencial es prometedor, es importante recordar que la educación es un esfuerzo colectivo y social, y que las instituciones educativas son espacios para la socialización y el aprendizaje de la convivencia entre los niños. De ahí que, además de respaldar la enseñanza y el aprendizaje, la inteligencia artificial se emplea para automatizar varias tareas administrativas, tales como la evaluación y el seguimiento de la asistencia y el desempeño. Este avance podría reducir la carga administrativa sobre los educadores y, si se maneja con cuidado por parte de operadores capacitados y competentes, podría representar un progreso en la materia.

Simultáneamente, el FMI ha alertado sobre el riesgo de que el 60% de los empleos emergentes puedan ser reemplazados o afectados por la inteligencia artificial en un futuro cercano (UNESCO, 2023). La UNESCO reconoce el potencial de la IA para enriquecer la educación, pero también señala los riesgos y desafíos de su implementación, de manera que la organización se compromete a ayudar a los Estados Miembros a explotar las ventajas de la IA, subrayando la importancia de priorizar el enfoque humano al integrar tecnologías en la educación.

La inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

El estudio de Wang (2024) es un hito en la comprensión de la aplicación de la IA en la educación. Este estudio se centró en cuatro componentes clave del proceso educativo: contenido, método de enseñanza, evaluación y comunicación. El objetivo principal fue realizar una revisión sistemática de la literatura existente sobre la IA en la educación, analizando artículos académicos completos, incluyendo artículos de revistas y ponencias de conferencias. Las implicaciones de este estudio son significativas, ya que el uso de tecnologías de IA en la educación puede mejorar las actividades de enseñanza y aprendizaje, proporcionando un soporte efectivo a educadores y estudiantes.

De manera específica, el estudio de la Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la educación, y en particular a las Ciencias Naturales, ha cobrado auge en los últimos años. Ramírez (2024) destaca en su análisis exhaustivo las oportunidades y desafíos que presenta esta intersección tecnológica y educativa, la IA está ejerciendo una transformación en el sistema educativo a nivel global, integrándose en numerosos procesos cotidianos. Entre las aplicaciones específicas se encuentran el uso de robots educativos para analizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, la identificación de factores que mejoran la atracción de las clases, la mejora de la precisión en la predicción del rendimiento estudiantil, la introducción de métodos automatizados y objetivos para evaluar el progreso educativo, y la simplificación de distintas tareas cotidianas en el ámbito educativo.

En el contexto de la enseñanza de las Ciencias Naturales, los hallazgos de la investigación de Moyano (2023) destacan la convergencia entre la didáctica de las

Ciencias Naturales y el uso de la IA para optimizar la experiencia de aprendizaje, motivación y comprensión de conceptos complejos en estudiantes de educación bachillerato. En este sentido, el investigador indica que a integración de la IA mejora la personalización educativa, y es un instrumento para abordar lo relativo a la brecha digital.

La aplicación de herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza de Ciencias Naturales puede prever el rendimiento estudiantil, ofrecer evaluaciones más objetivas y automatizadas, y mejorar la calidad educativa. Se destaca la importancia de la capacitación de docentes en el uso de IA, la creación de comunidades de práctica virtuales, y la necesidad de investigar y ampliar estas prácticas a otras etapas educativas. Estos hallazgos subrayan la necesidad de seguir explorando y expandiendo el papel de la IA en la educación, y en particular en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

El principal reto es desarrollar capacidades virtuales para formar profesionales competitivos en el uso de herramientas tecnológicas en el estudio de las Ciencias Naturales. Este hallazgo subraya la necesidad de considerar tanto las oportunidades como los desafíos que presenta la IA en la educación en Ciencias Naturales. No obstante, se han identificado algunas limitaciones, como la falta de tiempo y formación del profesorado, que podrían afectar negativamente el uso de nuevas herramientas tecnológicas. Se recomienda la adopción de medidas específicas, como la ampliación de las investigaciones a otras etapas educativas y la capacitación de docentes en el uso de IA (Moyano, 2023; Ramírez, 2024)

La inteligencia artificial y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en la educación media superior

En su estudio reciente, Parreño (2024) aborda la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación virtual y su impacto en el pensamiento crítico de los estudiantes. El autor destaca tres aspectos principales:

1. **Acceso a la información:** Parreño sostiene que la IA proporciona a los estudiantes acceso a una amplia gama de información en línea, lo que les permite investigar y

analizar diferentes perspectivas. Esto, a su vez, desarrolla habilidades de pensamiento crítico al evaluar la fiabilidad y relevancia de la información encontrada. **Por otra parte**, la IA al facilitar la búsqueda de datos, permite a los estudiantes dedicar más tiempo a la reflexión sobre lo que estos muestran.

2. **Desarrollo de habilidades analíticas:** Según Parreño, la IA contribuye al desarrollo de habilidades analíticas al permitir a los estudiantes explorar distintas fuentes de datos e identificar patrones y relaciones en conjuntos de datos complejos. Esto les ayuda a obtener una visión más completa sobre un tema y fortalece su capacidad para pensar críticamente.
3. **Estimulación del debate y la discusión:** Parreño señala que las aplicaciones de IA, como los chatbots y sistemas de recomendación, fomentan el debate y la discusión entre los estudiantes al presentar diferentes puntos de vista. Esto fortalece el pensamiento crítico, la capacidad de argumentación y contribuye a la satisfacción y motivación de los estudiantes.

También es necesario destacar la automatización de tareas repetitivas por parte de la IA, lo cual libera tiempo para que los estudiantes se concentren en atender actividades creativas y de pensamiento crítico. La IA también puede generar representaciones visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos, o bien, predecir tendencias futuras basadas en datos históricos, permitiéndole a Parreño (2024) concluir que la integración de la IA en la educación virtual, no solo mejora el acceso a la información y el fortalecimiento de habilidades analíticas, sino que también estimula el debate, la discusión y la automatización de tareas, lo cual enriquece la experiencia educativa de los estudiantes por medio del fortalecimiento de su pensamiento crítico.

Además, Xu y Ouyang (2022) ofrece un análisis detallado de la aplicación de las tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) en la educación STEM durante la última década. El estudio identifica y categoriza varios elementos del sistema AI-STEM, incluyendo los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) ofrecen instrucción personalizada y retroalimentación a los estudiantes, promoviendo un aprendizaje adaptativo y personalizado. Además, se destacan sistemas que detectan el comportamiento del estudiante, que utilizan datos y análisis de aprendizaje para rastrear los

comportamientos, patrones y características de los estudiantes. El uso de robots educativos en la educación STEM para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes también se menciona, así como otras aplicaciones de IA, como el uso de algoritmos genéticos para formar grupos de estudiantes en aprendizaje colaborativo y libros de texto enriquecidos con IA para mejorar la participación de los estudiantes. El estudio concluye que la IA tiene un impacto positivo en la educación STEM, mejorando el pensamiento crítico, los patrones de aprendizaje y la eficacia tecnológica en diversos contextos educativos, subrayando la diversidad de aplicaciones de las tecnologías de IA en la educación STEM y su potencial para personalizar el aprendizaje.

2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).

La literatura existente y constitutiva del estado actual de la investigación respecto a la utilidad de los chatbots y su poder para generar pensamiento crítico muestra escaso respaldo empírico, inclinándose predominantemente a la tipología de investigación clasificada como revisión sistemática de estudios, y en las cuales se aborda de forma genérica el uso de la Inteligencia artificial (IA) en el sector educativo.

La investigación respecto a Copilot como un chatbots de Inteligencia artificial y su uso en el ámbito académico es significativamente escasa, encontrándose un acentuado interés sobre los efectos del ChatGPT en el ámbito académico, aunque sobre este tampoco existe un sentido empírico de los estudios que permita hacer evidente de forma objetiva el cambio sobre dimensiones específicas del proceso de enseñanza- aprendizaje. En gran medida esto responde a que tanto chat GPT como Copilot son recursos digitales relativamente recientes, originado el primero en el año 2022 y el segundo a finales del año 2023, de manera que en términos pragmáticos ha existido un reducido espacio para el desarrollo de estudios longitudinales que evidencien el efecto de sus usos en la mejora de la enseñanza o del aprendizaje en poblaciones de estudiantes, eso al considerar que el presente estudio se elabora en el año 2024.

Ante este escenario vale cuestionarse sobre ¿por qué en el estado de la investigación actual relativa al uso de los chatbots en el proceso de enseñanza- aprendizaje abundan las revisiones sistemáticas de estudios?

Al respecto, es importante considerar que el estudio de los chatbots y su relación con el campo académico se debe a que la historia de estos recursos digitales se remonta a la década de 1960 y, a lo largo de los años, los chatbots han experimentado una gran evolución, impulsados por los progresos en la tecnología y la creciente demanda de sistemas de comunicación automatizados. ELIZA fue uno de los primeros programas de chatbots (Weizenbaum, 1966). ELIZA podía simular respuestas parecidas a las humanas reflejando las entradas del usuario como preguntas. Después, PARRY apareció como un chatBot diseñado para imitar a un paciente paranoico con esquizofrenia. Participaba en conversaciones basadas en texto y mostraba la habilidad de exhibir comportamiento delirante, aportando ideas sobre el procesamiento del lenguaje natural y la IA. En 1995, ALICE (Artificial Linguistic Internet Computer Entity) fue un ejemplo temprano de un chatbots que usaba técnicas de procesamiento de lenguaje natural.

En 2001, SmarterChild surgió como un chatbots que podía dialogar con los usuarios sobre diversos temas y aprender de ellos. En 2011, Apple lanzó Siri, un asistente personal de voz para el iPhone, que no es un chatbots propiamente dicho, pero que demostró el potencial de la IA conversacional al comprender y ejecutar comandos de voz, hacer tareas y dar información.

En el mismo año, Watson de IBM mostró cómo los algoritmos de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático podían entender preguntas complejas y dar respuestas precisas. Luego, en 2016, Facebook permitió a las empresas crear chatbots impulsados por IA para interactuar con los usuarios en su plataforma Messenger. Esto generó una proliferación de chatbots en la plataforma, que facilitaban tareas como soporte al cliente.

Google Duplex, lanzado en mayo de 2018, podía llamar y conversar por los usuarios. Demostró la capacidad de los chatbots para interactuar de forma compleja y realista.

La evolución de los chatbots más sofisticados y capaces ha sorprendido al mundo con sus habilidades. Entre ellos, ChatGPT, Google Bard y Copilot destacan como los chatbots más avanzados impulsados por IA (Rudolph et al., 2023).

Muestra del interés por investigar la relación entre los chatbots y el mundo académico es el estudio de Goda et al. (2014) quienes una década atrás en su estudio titulado: "Conversación con un chatbots antes de una discusión grupal en línea de EFL y los efectos en el pensamiento crítico" se centraron en identificar cómo una conversación con un chatbots puede afectar una discusión grupal de estudiantes de inglés como lengua extranjera (EFL).

El objetivo de la investigación fue analizar cómo una conversación previa con un chatbots podría afectar una discusión grupal de estudiantes de EFL. El chatbots fue diseñado para reflejar el método de investigación socrático basado en ELIZA

El estudio reveló que los estudiantes que hablaban primero con un chatbots contribuían más a las discusiones y participaban en más discusiones que los que no lo hacían. Esto significa que una charla previa con un chatbots podría ayudar a los estudiantes a ser más conscientes del pensamiento crítico y a desarrollar actitudes de investigación.

En otra orientación más genérica, el estudio de Gökçearsan et al. (2024), se centró en entender los beneficios completos de los chatbots de IA en la educación, sus oportunidades, desafíos, limitaciones potenciales, preocupaciones y perspectivas de usar chatbots de IA en entornos educativos. El objetivo principal del estudio fue revisar la investigación sobre los chatbots de IA, restringiéndola a la categoría de educación y examen desde un punto de vista metodológico. Para ello, realizaron una revisión sistemática de la literatura con una muestra de 37 artículos publicados en el contexto educativo.

La metodología utilizada en el estudio fue propia de la investigación documental, y se hizo uso de bases de datos académicas en las que se seleccionaron artículos relacionados a la identificación de ventajas y desventajas que presentan los chatbots de IA en la educación, así como los tipos de chatbots utilizados. El estudio no menciona una teoría específica en la que se base, pero se centra en la evaluación empírica de los chatbots de IA en el ámbito educativo.

El estudio de Gökçearsan et al. (2024) sugiere que los chatbots se pueden usar para plantear a los estudiantes problemas o escenarios que requieren pensamiento crítico. Por ejemplo, un chatbot podría desafiar a los estudiantes a refutar un argumento, haciéndolos revisar sus supuestos y ver otras alternativas posibles. Esto puede beneficiar a los estudiantes en el desarrollo de sus habilidades de pensamiento crítico como área de interés para el aprendizaje permanente.

Entre las ventajas para los estudiantes se enuncian el aumento de la motivación para aprender, y el desarrollo de habilidades lingüísticas, mientras que para los educadores se identifica como ventaja una mayor eficiencia en costos y reducción de la carga de trabajo.

Antes, Labadze et al. (2023) habían realizado una revisión sistemática del papel de los chatbots de IA en la educación, tratando de determinar los beneficios completos de los chatbots de IA en la educación, sus oportunidades, desafíos, limitaciones potenciales, preocupaciones y perspectivas de usar chatbots de IA en entornos educativos.

El objetivo principal de la investigación fue identificar las brechas existentes en la literatura para señalar áreas donde se necesita más profundización, permitiendo a los investigadores contribuir a la base de conocimientos y guiar los esfuerzos de investigación futuros. Los autores llevaron a cabo una búsqueda exhaustiva en varias bases de datos académicas y, después de aplicar criterios predefinidos específicos, seleccionaron un conjunto final de 67 estudios relevantes para su revisión.

El estudio indica el predominio de la teoría general del sistema para entender cómo las distintas técnicas de IA pueden integrarse en el complejo sistema educativo, proporcionando un marco para entender cómo los diversos componentes de un sistema interactúan entre sí a fin de lograr un objetivo común. Esta orientación teórica implica que, en el contexto de la educación, los chatbots de IA pueden considerarse como un componente del sistema educativo, interactuando con otros componentes (como los estudiantes, los educadores, el currículo, etc.) para facilitar el aprendizaje.

Como parte de su revisión Labadze et al. (2023), encontraron que los estudiantes se benefician principalmente de los chatbots impulsados por IA en tres áreas clave: asistencia con las tareas y el estudio, una experiencia de aprendizaje personalizada y el desarrollo de varias habilidades. Para los educadores, las principales ventajas son la asistencia que ahorra tiempo y la mejora de la pedagogía. Sin embargo, su investigación también enfatiza en los desafíos y factores críticos que los educadores necesitan manejar diligentemente. Estos incluyen preocupaciones relacionadas con las aplicaciones de IA como la fiabilidad, la precisión y las consideraciones éticas.

Según Labadze et al. (2023), los chatbots con IA pueden transformar la educación, ofreciendo un aprendizaje a medida y un apoyo para diferentes necesidades. Pero esto implica retos, como formar bien al educador y adaptar el currículo a las estructuras sociales. Además, son importantes la alfabetización en IA y la ingeniería de indicaciones (prompt engineering) para sacar respuestas concretas de los sistemas de IA, mejorando así las experiencias educativas y fomentando el pensamiento crítico. Sobre todo, los investigadores señalan que la tecnología de IA en la educación STEM tiene que integrar varias técnicas de IA en el complejo sistema educativo STEM.

Antony y Ramnath (2023) examinaron el impacto de los chatbots de IA como medio de comunicación en el compromiso y apoyo a los estudiantes de educación superior. El objetivo principal de la investigación fue obtener una comprensión integral de los factores que influyen en el compromiso y apoyo de los estudiantes. Para lograr este objetivo, los autores emplearon una orientación de investigación cualitativo y utilizaron el Análisis Fenomenológico Interpretativo como su orientación.

La metodología del estudio implicó llevar a cabo entrevistas semiestructuradas en profundidad. Los autores utilizaron un muestreo intencional para seleccionar a 11 participantes de la educación superior en el estado de Kerala, India. El análisis de los datos siguió el proceso de Consideración Sistemática del Texto (STC), un proceso de cinco pasos que incluye la formulación de unidades de significado, la condensación de unidades de significado, la codificación, la creación de subtemas y la derivación de temas.

La investigación utilizó la teoría de la adopción de la tecnología para analizar cómo los estudiantes ven y usan los chatbots de IA en la educación superior. Los autores examinaron temas relacionados con los constructos para lograr un mejor entendimiento de los factores que afectan el compromiso y apoyo de los estudiantes.

El estudio arrojó datos cualitativos que ofrecieron una visión de cómo los estudiantes percibían los chatbots de IA, señalando sobre todo que estos les facilitaron obtener respuestas inmediatas a sus consultas, recibir sugerencias personalizadas y comunicarse de manera más efectiva. No obstante, también manifestaron sus inquietudes sobre la seguridad en el uso de la información compartida y la privacidad, lo que resalta la importancia de atender estas cuestiones para generar confianza e integrar con éxito estas herramientas al proceso de aprendizaje.

El estudio concluye, sin evidencia empírica, que los chatbots de IA pueden mejorar la educación superior al hacerla más interesante para los estudiantes. Pero también subrayó la necesidad de resolver las cuestiones de seguridad y privacidad para lograr la confianza y la integración de los chatbots de IA en la educación superior.

Deng y Yu (2023) investigaron el efecto del aprendizaje asistido por chatbots en varios componentes y cómo diferentes variables moderadoras influían en la efectividad¹. Este estudio, a través de un metaanálisis, revisó 32 estudios empíricos con 2201 participantes publicados entre 2010 y 2022. Los resultados mostraron que la tecnología de chatbots ejercía un efecto de medio a alto en los resultados generales de aprendizaje independientemente de las variables moderadoras, es decir, la duración de la intervención, los roles del chatbots y el contenido del aprendizaje.

A su juicio, Deng y Yu (2023) determinan que en términos de componentes de aprendizaje, los chatbots podrían mejorar significativamente el razonamiento explícito, el rendimiento del aprendizaje, la retención del conocimiento y el interés por el aprendizaje a pesar de los hallazgos negativos en el pensamiento crítico, la participación en el aprendizaje y la motivación, los autores concluyen que la investigación futura podría expandir la investigación de chatbots incluyendo diferentes componentes de aprendizaje.

Deng y Yu (2023) presentan datos cuantitativos de acuerdo con los cuales se determina que los chatbots pueden ejercer influencia solo en algunas dimensiones del pensamiento crítico, como la mentalidad de indagación. Sin embargo, el uso de la tecnología de chatbots mejoró significativamente el razonamiento explícito, que también estaba poco explorado. De acuerdo con estos investigadores, las orientaciones que siguen los estudios relacionados al uso de chatbots en el ámbito académico se agrupan, en las siguientes categorías: Motivación para el aprendizaje y logro, Razonamiento explícito y logro del aprendizaje, Logro del aprendizaje y retención

En relación con el uso específico de chatbots, como antes se indicó, destaca la presencia de un abanico de investigación el uso de ChatGPT en la educación, aunque estas no se enfocan específicamente en el desarrollo del pensamiento crítico. Por ejemplo, Mai et al. (2024) hicieron una revisión sistemática para examinar las ventajas y desventajas del uso de ChatGPT en la enseñanza y el aprendizaje.

La investigación de Mai et al. (2024) tuvo como propósito examinar los aspectos positivos y negativos del uso de ChatGPT en la educación, y debatir las posibilidades y riesgos de su aplicación. Para cumplir con este propósito, los autores realizaron un análisis sistemático de la literatura, siguiendo las pautas del diagrama de flujo PRISMA.

En su investigación Mai et al. (2024), identificaron 32 temas, incluyendo 13 ventajas, 10 desventajas, 5 oportunidades y 4 amenazas del uso de ChatGPT en la enseñanza y el aprendizaje. Usaron el modelo Presage-Process-Product (3P) de Biggs para clasificar los temas en tres componentes del modelo 3P.

En la etapa de Presage, analizaron cómo ChatGPT interactúa con las características de los estudiantes y los contextos de enseñanza, para así garantizar que la tecnología se adapte a sus necesidades. En la etapa de Proceso, analizaron cómo ChatGPT impactó en las actividades de enseñanza y aprendizaje, determinando su capacidad para proporcionar apoyo instructivo personalizado, adaptable y efectivo. Finalmente, en la etapa de Producto, evaluaron cómo ChatGPT contribuyó a los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

La investigación de Mai et al. (2024) se apoya en la teoría del modelo Presage-Process-Product (3P) de Biggs para analizar el uso de ChatGPT en la enseñanza y el aprendizaje. Esta teoría ofrece un marco válido para estudiar cómo ChatGPT interacciona con las características de los estudiantes y los contextos de enseñanza, cómo influye en las actividades de enseñanza y aprendizaje, y cómo favorece los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

El estudio titulado "¿A Co-Pilot for Learning Design?" se centra en el impacto de la inteligencia artificial generativa (genAI) y los grandes modelos de lenguaje (LLMs) en el diseño de aprendizaje en la educación superior. Este es uno de los pocos estudios relacionados específicamente a Copilot, y en el cual sus autores, Ryall y Abblitt (2023), exploran cómo los formuladores de políticas educativas están adaptándose a los desafíos y cambios actuales y futuros causados o habilitados por los avances en genAI y LLMs.

Esta investigación se planteó para comprender cómo los diseñadores de aprendizaje están interpretando y ajustándose a los retos y cambios presentes y futuros provocados o facilitados por los avances en genAI y LLMs. Los autores intentan obtener una perspectiva de cómo los formuladores o diseñadores de aprendizaje están utilizando actualmente el genAI y los LLMs en su práctica profesional y en contextos de enseñanza y aprendizaje.

Con el fin de obtener información sobre cómo los diseñadores de aprendizaje están usando genAI y LLMs en su trabajo profesional y en contextos educativos, se realizó una encuesta a un grupo de diseñadores de aprendizaje como metodología de investigación. La investigación parte de la teoría de que los avances rápidos en genAI y LLMs pueden tener un impacto profundo en la educación superior. Los autores proponen que estos desarrollos pueden afectar especialmente a la labor de los diseñadores de aprendizaje.

Los resultados encontrados indican que los diseñadores de aprendizaje ven a genAI y LLMs emergiendo no sólo como herramientas útiles, sino también como actores y colaboradores en contextos de enseñanza y aprendizaje. Los diseñadores de

aprendizaje ven a estas tecnologías cambiando su práctica y profesión ahora y potencialmente en el futuro.

El estudio muestra que los diseñadores de aprendizaje perciben a genAI y LLMs no solo como herramientas, sino también como agentes y colaboradores en contextos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, los diseñadores de aprendizaje ven que estas tecnologías afectan su práctica y profesión en el presente y posiblemente en el futuro. Ryall y Abblitt (2023) aportan una visión interesante de cómo los diseñadores de aprendizaje se adaptan a los avances rápidos en genAI y LLMs, y cómo consideran que estas tecnologías transforman su labor y su profesión.

En términos generales, las investigaciones desarrolladas presentan una inclinación a subrayar la necesidad de formar a los educadores en el manejo de la Inteligencia artificial, para así integrar esta en las actividades de enseñanza y dentro del currículum educativo, ello, con el objetivo de proporcionar a los estudiantes un pensamiento crítico y fortalecer la competencia vinculada a la resolución de problemas. Sin embargo, aunque se indica la necesidad de desarrollar capacidades relacionadas al manejo de la Inteligencia artificial en los docentes, las prácticas relativas a esta temática carecen de precisión, por lo que se ubica al estado de la investigación actual en un nivel genérico, y con escasa consideración del nivel específico de estudio. En palabras distintas, el uso de chatbots como expresiones de la Inteligencia artificial y dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje se ha estudiado generalmente desde los posibles beneficios que podría derivarse de su uso en instituciones académicas, y con un menor énfasis en el estudio de experiencias individualizadas en unidades de enseñanza particulares.

Por otro lado, debe destacarse que, aunque los estudios no mencionan específicamente el desarrollo del pensamiento crítico, es posible que los beneficios y oportunidades que se identifican para los estudiantes y los educadores puedan contribuir a su desarrollo. Por ejemplo, la asistencia con las tareas y el estudio y la experiencia de aprendizaje personalizada podrían ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico al proporcionarles información y recursos que pueden utilizar para cuestionar y analizar conceptos y teorías.

Tanprasert et al. (2024) expone uno de los escasos estudios en el que de forma directa se estudian los chatbots de inteligencia artificial relacionados al desarrollo del pensamiento crítico. Al respecto, plantea que el pensamiento crítico implica el análisis y la evaluación objetiva de la información para emitir un juicio.

Según su planteamiento, los chatbots que usan modelos de lenguaje de gran escala (LLM) son una opción viable para implementar debates que puedan ofrecer una intervención proactiva, adaptable y disponible. Con el avance reciente de los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs), los chatbots tienen la habilidad de entender el contenido de los videos, simular personajes y conversar de manera compleja y coherente. Lo más relevante es que se ha mostrado que pueden generar mensajes persuasivos y respaldar su posición con argumentos firmes, y al ser programados para desarrollar una conversación lógicamente coherente, persuasiva y atractiva, el chatbots debería fomentar el pensamiento crítico "en el momento" en el usuario y ayudar a este en el desarrollo de habilidades de alfabetización mediática con el tiempo.

El chatbots puede estimular el pensamiento crítico mejor si tiene personalidades bien diseñadas. Así, el usuario sabe qué esperar de la inteligencia y el comportamiento del chatbots, y se interesa más por sus interacciones. La IA de Copilot permite elegir una personalidad para el chatbots, lo que lo perfilaría como una herramienta viable para desarrollar el pensamiento crítico.

La literatura existente muestra que hay muchos atributos de personalidad que hacen que los argumentos de los humanos sean creíbles e influyentes. Tanprasert et al. (2024) enfatiza en dos principales atributos: identidades sociales (grupo interno vs. grupo externo) y estilos retóricos (persuasivo vs. erístico). Específicamente, en su estudio, estos investigadores destacan la importancia del diseño de la personalidad del chatbots para el desarrollo del pensamiento crítico y la participación del usuario; e identifica los comportamientos del chatbots que contribuyen a su ineficacia para persuadir al usuario a comprometer su postura

En la investigación actual, el uso de los chatbots genera opiniones encontradas en distintos sectores, lo que crea confusión en el ámbito educativo. Entre los educadores y

los estudiantes, se observa una tendencia notable: los estudiantes están a favor de la integración de chatbots, pero los educadores son muy críticos. Esta situación supone una oportunidad única, pero también desafíos sin precedentes, y a ello responde el creciente interés en investigar el impacto de los chatbots en la educación, lo cual aún es materia en desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, las revisiones sistemáticas, una modalidad de investigación relevante, se han centrado principalmente en explorar los beneficios y desafíos potenciales de la incorporación de chatbots en la educación. Estas revisiones también revelan las lagunas críticas en la investigación existente, lo que motiva la necesidad de implementar nuevas líneas de investigación, para demostrar empíricamente como la optimización e implementación de chatbots puede beneficiar tanto a los educadores como a los estudiantes por igual.

En este punto, cabe indicar que, de acuerdo con la literatura académica revisada para la presente investigación, los educadores perciben beneficios en la integración de chatbots de IA en la educación, ya que estos permiten a los educadores atender más la planificación de la instrucción y el compromiso de los estudiantes. Por otro lado, los educadores pueden mejorar su pedagogía usando los chatbots de IA para complementar su instrucción y proporcionar apoyo personalizado a los estudiantes.

Las investigaciones revisadas para este estudio sugieren que, si los docentes adaptaran el contenido educativo y generaran indicaciones relacionadas con objetivos de aprendizaje concretos, podrían atender las necesidades individuales de los estudiantes, mejorando así la experiencia de aprendizaje. A esto se suma que se indica que los educadores pueden llegar a utilizar chatbots de IA para elaborar materiales de aprendizaje ajustados a los intereses y estilos de aprendizaje de los estudiantes, todo ello en un nivel general, y sin evidencia que distancie el supuesto de la realidad.

En esta línea, también se encuentran inquietudes sobre la información errónea y la falta de integridad académica en torno a la implementación de chatbots de IA, a lo que se suman los riesgos de privacidad de los datos. De manera específica, se indica que las instituciones educativas deben priorizar la sensibilización de los estudiantes sobre los

riesgos asociados con los chatbots de IA, principalmente en lo relativo a las cuestiones éticas.

2.2. Marco Teórico.

Perspectivas teóricas del pensamiento crítico

En el contexto actual de la educación, el fomento del pensamiento crítico se ha vuelto un elemento fundamental para el desarrollo académico y profesional. De acuerdo con Lee et al. (2024) La integración de la inteligencia artificial en el ámbito educativo ha abierto nuevas posibilidades para potenciar el pensamiento crítico como competencia cognitiva, lo que hace necesario explorar los puntos de intersección entre el pensamiento crítico y el uso de la inteligencia artificial como herramienta para su fortalecimiento.

En la literatura académica, prevalece el planteamiento de que la Inteligencia Artificial (IA) en la educación ofrece una forma diferente de enseñar, permitiendo adaptar el aprendizaje a las necesidades y preferencias de cada estudiante, incluso de aquellos con requerimientos especiales (Gökçearsan et al., 2024). No obstante, se reconoce que este cambio también implica retos, tales como la formación adecuada de los educadores y la adecuación del currículo a las realidades sociales. Por ello, es esencial fomentar la alfabetización en IA, circunstancia que implica conocer las tecnologías de IA, así como sus repercusiones sociales (Walter, 2024).

Según Zawacki-Richter et al. (2019), la Inteligencia Artificial en Educación (AIED) es uno de los campos emergentes en la tecnología educativa, y aunque a su juicio ha existido durante unos 30 años, todavía no está claro para los educadores cómo aprovecharlo pedagógicamente en una escala más amplia, y cómo impactar de manera significativa en la enseñanza y el aprendizaje educativo.

De acuerdo con Chiu et al. (2023) la Inteligencia Artificial (IA) transforma la educación, ofreciendo experiencias de aprendizaje personalizadas y apoyando necesidades educativas específicas. Según su planteamiento, la IA mejora los procesos educativos, puede fomentar habilidades como el pensamiento computacional y crítico.

Sin embargo, la integración de la IA en la educación tiene desafíos que requieren un trato sistemático que considere las condiciones estructurales de la sociedad.

La lógica algorítmica, la IA en la educación necesita énfasis en la creatividad y la habilidad tecnológica para impulsar el pensamiento crítico, cuestión que requiere un cambio de paradigma en cómo se concibe la educación en la era de la IA, pasando de los métodos tradicionales a entornos de aprendizaje más dinámicos, interactivos y centrados en el estudiante (Ait Baha et al., 2023).

La incorporación de la IA en la educación plantea el debate de cómo afecta al pensamiento crítico, esencial para el aprendizaje y la identidad. Diversas investigaciones (Goda et al., 2014; Gökçearsan et al., 2024; Lee et al., 2024; Rudolph et al., 2023; Sadıkoğlu et al., 2023; Tanprasert et al., 2024; Walter, 2024; Zawacki-Richter et al., 2019) apuntan a que estos elementos se ven amenazados por el uso indiscriminado de tecnologías como ChatGPT o el complemento de IA conocido como Copilot, mismo que es el objeto de interés en la presente investigación.

Por otro lado, es necesario apuntar que, si bien existe una significativa cantidad de investigaciones que promueven y reflexionan sobre el uso ético de estas herramientas, su aplicación para mejorar las habilidades analíticas y reflexivas está aún en desarrollo. En esta línea Chiu et al. (2023) insiste que la literatura existente no ha explorado aun cómo se han aplicado las tecnologías de IA en los cuatro dominios educativos de aprendizaje, enseñanza, evaluación y administración. Tampoco se ha analizado cómo afectan estas tecnologías a los resultados de aprendizaje de estudiantes y profesores, todo ello, mientras la inteligencia artificial (IA) avanza cada vez más, y con ello se refuerza la necesidad de desarrollar competencias de análisis crítico en los estudiantes, ya que si bien los chatbots, o programas que conversan de forma automática, pueden simular las habilidades humanas de análisis, síntesis, interpretación y escritura, también pueden proporcionar información no validada o sujeta sesgos, principalmente debido a que muchos datos son de fuentes occidentales.

Ryall y Abblitt (2023) plantean dudas sobre las limitaciones de la IA para fomentar un entendimiento profundo y un pensamiento crítico, ya que su forma de

generar respuestas a partir de datos puede no cumplir con la exigencia de análisis crítico y pensamiento reflexivo. A pesar de esto, las herramientas de IA como Copilot, al operar como compañeros virtuales de aprendizaje, ayudan a los estudiantes a aprender, y también pueden promover la reflexión y el pensamiento crítico al animar a hacer preguntas que expongan distintos puntos de vista (Bull y Kharrufa, 2024).

Kavitha y Lohani (2019) revisaron la literatura existente sobre la integración de herramientas de IA en la instrucción de escritura académica, concluyen que la inteligencia artificial puede contribuir al desarrollo del pensamiento crítico al proporcionar acceso a la información, desarrollar habilidades analíticas, estimular el debate y la discusión, automatizar tareas repetitivas y desarrollar habilidades de resolución de problemas.

Estos hallazgos proporcionan información a los educadores para la debida integración de las herramientas de Inteligencia Artificial en los currículos de escritura, manteniendo los estándares de calidad de instrucción e integridad académica. De manera que, la investigación en esta área es esencial para entender cómo se pueden aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA, al tiempo que minimizamos los riesgos y desafíos asociados.

Postulados del pensamiento crítico.

Con base en lo antes expuesto, se hace necesario ahondar en los postulados teóricos del pensamiento crítico, para comprender como se genera, y como desarrollarlo bajo una perspectiva de competencia que en la educación ha de implementarse de manera continua, en todas las áreas del conocimiento, de modo que los estudiantes puedan desarrollarla de manera progresiva y constante. Tal desarrollo, estará asociado al proceso madurativo y a la progresiva incorporación de conductas y actitudes de autonomía e independencia en los estudiantes. De manera que, a medida que avanzan en su educación, deberán ir incorporando gradualmente conductas y actitudes que fomenten su autonomía e independencia, lo que les permitirá tomar decisiones informadas, cuestionar ideas preconcebidas, analizar información de manera crítica y llegar a conclusiones propias (Gutiérrez et al, 2021).

Las teorías sobre la generación del pensamiento crítico básicamente se resumen en los planteamientos de tres autores expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1. Postulados teóricos tres teorías sobre la generación del pensamiento crítico.

Lipman (1977)	Paul Elder (2003, 2005)	Facione (2007)
<p>El pensamiento crítico se caracteriza por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se fundamenta en criterios: herramientas, reglas o principios utilizados para construir juicios y valoraciones. • Es autocorrectivo: está en constante cuestionamiento y reflexión para identificar falacias y errores en el razonamiento. • Es sensible al contexto: mira y estudia las circunstancias excepcionales bajo las cuales sucede cualquier hecho. 	<p>Consideran que el pensamiento crítico tiene elementos específicos que permiten su desarrollo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propósito del pensamiento. • Pregunta en cuestión. • Información. • Interpretación e inferencia. • Conceptualización y teorización. • Presupuestos y supuestos. • Implicancias y consecuencias. • Posiciones personales y referenciales. <p>El pensamiento crítico es la única capacidad que se puede usar para aprender, y</p>	<p>Encontró que la capacidad de analizar, interpretar y emitir juicios ante una situación específica parte de la objetividad y subjetividad de los datos. Destacando su importancia en el proceso de la toma de decisiones.</p>

Lipman (1977)	Paul Elder (2003, 2005)	Facione (2007)
	que se piensa bien, se aprende bien.	

Los hallazgos encontrados en el estudio de investigación por Gutiérrez (2021) se presentan en tres categorías como se muestra en la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 2. Categorías del pensamiento crítico.

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
<p>El pensamiento crítico se fundamenta en criterios como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepción de un pensamiento. - Buenas razones. - Uso de principios ante hechos específicos. - Acto deliberativo. - Clasificación valorativa. 	<p>El pensamiento crítico es autocorrectivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexiona sobre su razón. - Corrige su razón. - Cuestiona su razón. 	<p>El pensamiento crítico es sensible al contexto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pensamiento abierto. - Pensamiento contextualizado.

En vista de lo anterior, Gutiérrez (2021) expone que el pensamiento crítico se fundamenta en procesos de razonamiento que incluyen: datos, hechos, observaciones y experiencias; interpretación e inferencia de conclusiones y soluciones; conceptualización, teorización y deducciones; supuestos aceptados como verdaderos; implicaciones y consecuencias; y posiciones personales y referenciales. Por lo cual es

aún una tarea pendiente, y cuyo fortalecimiento requiere fundamentarse en criterios sólidos, y en los que se promuevan la autocorrección y la sensibilidad al contexto. Se enfatiza la importancia de la concepción de un pensamiento basado en buenas razones, la reflexión sobre el propio razonamiento, y la apertura a diferentes perspectivas contextualizadas.

Por otro lado, Díaz (2022) en su investigación se enfocó en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico a partir de lectura minuciosa y escritura sustantiva en la enseñanza de las ciencias sociales. Se identificó una relación significativa entre las habilidades de pensamiento crítico y las prácticas de estudio a partir de la aplicación de la prueba Hape-Ith en las clases de ciencias sociales desde el 2018 hasta el año 2020. Las conclusiones a las que llegó fueron el impacto positivo de la implementación de estrategias de lectura minuciosa y escritura sustantiva en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en el contexto educativo de las ciencias sociales.

Las teorías de las cuales se basó Díaz (2022) con base al pensamiento crítico a través de procesos de lectura minuciosa y escritura sustantiva en la enseñanza fueron:

Tabla 3. Teorías del pensamiento crítico asociadas al proceso de lectura y escritura.

Acevedo y carrera (2002)	Las prácticas de estudio, entendidas como el conjunto de estrategias utilizadas en los procesos de enseñar a pensar y enseñar a aprender, incluyendo dimensiones como tiempos y lugares, técnicas, concentración y motivación
Paul y Elder (2005)	La teoría de Paul y Elder propone el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico a través de dos tipos de competencias: generales y específicas. Las competencias generales son aplicables a todo pensamiento, mientras que las específicas se refieren a dominios, temas, disciplinas y profesiones particulares. Las competencias generales se basan en los estándares universales que permiten evaluar el pensamiento y

	<p>orientan los rasgos intelectuales. Estos estándares incluyen claridad, precisión, relevancia, profundidad, lógica, exactitud, importancia y justicia.</p> <p>Las competencias específicas, según Paul y Elder, se desarrollan a través de niveles de lectura minuciosa y escritura sustantiva. Estos niveles implican la exploración de ideas y procesos de expresión verbal, la enunciación de ideas principales con palabras propias, el análisis de lo que se lee, escribe y habla, y la evaluación de estas actividades</p>
Aisenberg (2016, 2018)	<p>La propuesta de Aisenberg sobre las prácticas de lectura y escritura compartida para la construcción de representaciones históricas de forma autorreflexiva, plantea que estas prácticas permiten la producción de sentidos interpretativos sobre una realidad social y la construcción de significados que se complementan en la interacción de quien lee y escribe con los textos abordados.</p>

Otro estudio realizado por Fuentes (2020) destaca por su carácter innovador, ya que implementó la estrategia de Reconocimiento y Producción de Argumentación Crítica (RPAC) en un diseño cuasiexperimental con grupos control y experimental, con el objetivo de desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de octavo grado. La estrategia RPAC incluye actividades como la enseñanza de habilidades de razonamiento, la evaluación de la credibilidad de las fuentes, la elaboración de mapas conceptuales y ensayos cortos, priorizando los procesos de argumentación, identificación de tesis, argumentos y conclusiones.

Zoller (1991) por su parte, plantea la importancia de que los estudiantes aprendan a analizar, evaluar y aplicar la información de manera significativa en diversos contextos. Ennis (1996) define el pensamiento crítico como un proceso intencionado, reflexionado y propositivo, dirigido hacia objetivos concretos. Facione (1990) describe el pensamiento crítico como un juicio deliberado y autorregulado que se utiliza para interpretar, analizar, evaluar e inferir. Halpern (1998) señala que el pensamiento crítico es propositivo, razonado y dirigido hacia un objetivo, implicado en la solución de problemas, formulación de inferencias y toma de decisiones.

Por último, Shannon y Allen (2001) abogan por la integración del pensamiento crítico en los procesos de enseñanza y aprendizaje para que los estudiantes puedan enfrentar con éxito los desafíos actuales. Esta perspectiva respalda la relevancia del estudio de Fuentes (2020) y su contribución al campo de la educación y el desarrollo del pensamiento crítico.

Por otra parte, Aznar y Laiton (2017) han destacado la importancia de cultivar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes. Su estudio se centra en una estrategia pedagógica que enfatiza la resolución de problemas analíticos mal definidos, lo que exige un enfoque cognitivo por parte de los estudiantes. Esta estrategia incorpora el uso de simuladores virtuales y un enfoque socrático en la enseñanza, lo que representa una desviación de los métodos tradicionales.

La elección de la prueba PENCRISAL para evaluar las habilidades de pensamiento crítico se justificó por su capacidad para evaluar capacidades como la deducción, inducción, razonamiento práctico, toma de decisiones y solución de problemas. Los resultados del estudio proporcionan evidencia empírica de la efectividad de esta estrategia en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Por lo cual los autores recomiendan la implementación de estrategias pedagógicas que fomenten el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, especialmente en el contexto de la enseñanza de la física. La resolución de problemas analíticos mal definidos y el uso de herramientas virtuales se consideran como herramientas efectivas para lograr este objetivo. Además, se sugiere la evaluación de las habilidades de

pensamiento crítico por medio de pruebas que evalúen capacidades como la deducción, inducción, razonamiento práctico, toma de decisiones y solución de problemas.

El pensamiento crítico en el marco de la IA.

Al vincular el estudio del pensamiento crítico a través de la inteligencia artificial, la literatura académica apunta a que se trata de un área de investigación aun en desarrollo, pero de mucho interés académico. Por ejemplo, en un artículo publicado en el *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Walter (2024) examina el impacto transformador de la Inteligencia Artificial (IA) en los entornos educativos, centrándose en la necesidad de alfabetización en IA, principalmente en el desarrollo de la competencia en ingeniería de indicaciones, cuestión que contribuye a la mejora de las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes al momento de utilizar plataformas de IA como Copilot.

La ingeniería de indicaciones se destaca como una habilidad clave para obtener respuestas específicas de los sistemas de IA, enriqueciendo así las experiencias educativas y promoviendo el pensamiento crítico. En tal sentido, Walter (2024) proporciona un análisis detallado de las estrategias para incorporar estas habilidades dentro de los currículos educativos y las prácticas pedagógicas.

De acuerdo con Zawacki-Richter et al. (2019), el desarrollo del pensamiento crítico por medio de la IA se aplica principalmente en cuatro áreas: sistemas adaptativos y personalización, evaluación y valoración, perfilado y predicción, y sistemas de tutoría inteligente.

En el campo de los sistemas adaptativos y la personalización, Zawacki-Richter et al. (2019) sostienen que la inteligencia artificial puede emplearse para desarrollar entornos de aprendizaje ajustados a las necesidades individuales de cada estudiante. Por ejemplo, a través del uso de modelos educativos que se adaptan al progreso y al estilo de aprendizaje del alumno, promoviendo así una vista crítica y reflexiva hacia el contenido de estudio, lo que a la vez posibilita que los estudiantes no solo asimilen información, sino que también valoren la pertinencia de sus aprendizajes.

Según su exposición, en cuanto a la evaluación y valoración, la inteligencia artificial proporciona herramientas para retroalimentación objetiva y minuciosa, ya que los sistemas de IA son capaces de analizar las respuestas de los estudiantes y ofrecer comentarios concretos que fomentan la autoevaluación y el pensamiento crítico. Por ejemplo, los sistemas automáticos de calificación de ensayos pueden detectar patrones en la escritura de los alumnos y recomendar mejoras, incentivando así la reflexión crítica de su propio trabajo.

El perfilado y la predicción son, de acuerdo con Zawacki-Richter et al. (2019) son áreas donde la IA puede identificar tendencias y patrones en el comportamiento de los estudiantes, lo que puede ser útil para predecir el rendimiento académico y la retención estudiantil, proporcionando así información para que los educadores puedan intervenir de manera proactiva a fin de apoyar a los estudiantes que puedan estar en riesgo, fomentando así una visión crítica hacia su propio proceso de aprendizaje.

Los sistemas de tutoría inteligente representan quizás la aplicación más directa de la IA en el fomento del pensamiento crítico (Zawacki-Richter et al., 2019). Estos sistemas pueden simular la interacción uno a uno con un tutor humano, proporcionando preguntas desafiantes, escenarios de problemas y simulaciones que requieren que los estudiantes apliquen un razonamiento crítico para avanzar.

Sin embargo, Zawacki-Richter et al. (2019) señalan la falta de reflexión crítica sobre los desafíos y riesgos de la IA en la educación, la débil conexión con las perspectivas pedagógicas teóricas y la necesidad de explorar la dimensión ética.

En planteamiento similar Camacho et al. (2023) reconocen que la incorporación de la inteligencia artificial en la educación ha generado un nuevo paradigma de aprendizaje dinámico y personalizado, que se ajusta a las necesidades específicas de cada estudiante a través de algoritmos de aprendizaje automático. Dichos algoritmos estimulan la reflexión en los estudiantes, fomentando un incremento en la conciencia metacognitiva.

No obstante, Camacho et al. (2023) también reconocen que el pensamiento crítico, como un elemento clave en la formación de nuestra identidad, podría estar en riesgo debido al uso desmedido de tecnologías como ChatGPT o Copilot. Para prevenir esta situación, valoran esencial crear contenidos de inteligencia artificial que contribuyan al desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Estos contenidos deben facilitar el acceso a la información, promover un ambiente que fomente habilidades analíticas, estimular el debate y la discusión, y alentar la automatización de tareas repetitivas junto con el desarrollo de habilidades para resolver problemas.

Camacho et al. (2023) sugieren un enfoque teórico/conceptual estructurado en tres temas para integrar el uso de los chatbots en el ámbito educativo estos son: selección de las inteligencias artificiales generativas, valorar los efectos sobre el lenguaje y determinar como eje central el pensamiento crítico. Este análisis se respalda n enfoques teóricos clásicos y modernos que se relacionan con la psicología, el lenguaje y la pedagogía, lo que permite entender el efecto de las inteligencias artificiales generativas en el aula

En este sentido, es necesario tener presente que herramientas como los chatbots presentan varios problemas y riesgos asociados con el desarrollo del lenguaje, ya que estos facilitan una perspectiva pragmática para el estudio de los problemas, pero no necesariamente implican los ejercicios e interacciones requeridos para desarrollar habilidades cognitivas básicas y avanzadas, es decir, aquellas que permiten comprender e incluso intuir aspectos de la realidad.

De este modo, existe el peligro de debilitar habilidades que históricamente han sido impartidas y heredadas por los sistemas educativos. Las reacciones instintivas frente a tecnologías emergentes, como los chatbots, por ejemplo, el no utilizar estrategias cognitivas de pensamiento o el no esforzarse por entender un concepto específico por parte de los estudiantes, podrían ser una señal de advertencia. De manera que, al utilizar herramientas como las inteligencias artificiales generativas, no se deben ignorar aspectos tales como la adquisición de niveles más elevados de complejidad lingüística y, por consiguiente, de habilidades cognitivas avanzadas vinculadas al pensamiento lógico.

Sobre esta misma línea Kim et al. (2022), plantean que en la situación actual, con la emergencia de chatbots y otras inteligencias artificiales generativas, resulta esencial promover un diálogo interdisciplinario, en particular entre educadores y profesionales, para garantizar la calidad de las iniciativas educativas, y a la vez garantizar que la tecnología sirva como soporte, y no reemplazar o limitar la habilidad y el derecho de expresión a través de un pensamiento crítico e independiente.

Aunque no es la primera vez que una tecnología interviene en la relación entre pensamiento y lenguaje, se ha argumentado que las inteligencias artificiales generativas poseen una característica sin precedentes en dicha interacción, ya que por primera vez se dispone de una tecnología con una capacidad y autonomía crecientes para generar lenguaje (Kim y Lee, 2023). Esta habilidad podría influir en las capacidades cognitivas de los seres humanos, ya que el pensamiento se desarrolla desde los niveles más elementales hasta los más complejos, principalmente a través de la interacción con el entorno a través del lenguaje.

Mediante su incorporación en la enseñanza, la IA ha revolucionado el modo en que los estudiantes obtienen conocimientos y desarrollan capacidades cognitivas, instaurando un nuevo paradigma de aprendizaje activo y adaptativo, que se ajusta a las necesidades particulares de cada estudiante a través de algoritmos de aprendizaje automático. La inteligencia artificial apunta a fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes por medio del acceso a información, el fortalecimiento de habilidades analíticas, la promoción de debates y discusiones, la automatización de tareas repetitivas y el mejoramiento de las habilidades para resolver problemas (Rudolph et al., 2023).

La IA puede brindar una gran ayuda para el desarrollo del pensamiento crítico (figura 2) de los estudiantes, siempre que se cuente con una buena base de datos y argumentación. De esta manera ofrecerá enormes posibilidades para mejorar las estrategias y metodologías docentes, ajustar el contenido, personalizar la experiencia de los estudiantes y abarcar los distintos elementos que configuran el pensamiento crítico, favoreciendo una enseñanza relevante en la modalidad virtual.



Figura 2. Elementos del pensamiento crítico. (MÁSTER MBA-SEVILLA, 2023).

Fundamentos teóricos de la Inteligencia Artificial (IA)

Dese la perspectiva estrictamente tecnológica, la creación de chatbots se fundamenta en distintas teorías y conceptos propios de loa campos informáticos, lingüísticos y psicológicos. Por ejemplo, la Teoría de la Inteligencia Artificial (IA), que se utiliza para la creación de sistemas que pueden realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el procesamiento del lenguaje natural, el aprendizaje automático y la comprensión del contexto (Sadıkoğlu et al., 2023).

La IA, como rama de la informática que estudia la inteligencia artificial, nació oficialmente en 1956 en una conferencia con investigadores como John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon (Zawacki-Richter et al., 2019). Otra perspectiva teórica se enfoca en los principios del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), debido a que los chatbots utilizan el PLN para entender y responder a las entradas de los usuarios en un lenguaje natural.

El PLN es una disciplina que combina la informática y la lingüística, y que se fundamenta en el trabajo de varios investigadores, como Alan Turing, Noam Chomsky y Joseph Weizenbaum. Además, en el estudio de la IA se retoman los principios teóricos

del Aprendizaje Automático (AA), mismo que se fundamenta en teorías de la informática y la estadística, para permitir que los sistemas aprendan de los datos y mejoren su rendimiento sin necesidad de ser programados explícitamente. El AA es una rama de la IA que se inspiró en los trabajos de investigadores como Arthur Samuel, quien introdujo el término “aprendizaje automático” en 1959, y Tom M. Mitchell, quien dio una definición generalmente acordada de lo que es el aprendizaje automático (Zawacki-Richter et al., 2019)

La Teoría de Turing, formulada por Alan Turing, sostiene que una máquina puede considerarse inteligente si logra hacer creer a una persona que está interactuando con otro ser humano. Esta teoría ha sido el fundamento para el avance de los chatbots y otras tecnologías de inteligencia artificial (Kavitha y Lohani, 2019).

Teorías educativas e inteligencia artificial.

Desde la perspectiva educativa existen variadas teorías que pueden contribuir a analizar el uso de chatbots para el desarrollo del pensamiento crítico en la educación. Según Labadze et al. (2023) una de las teorías más importantes, la teoría del aprendizaje constructivista, de acuerdo a la cual los estudiantes crean su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno, de esta manera, los chatbots, al ofrecer un entorno interactivo y adaptativo, favorecen el proceso de creación del conocimiento.

La teoría de la transactividad se enfoca en cómo las aportaciones de los estudiantes en una conversación se relacionan entre sí (Kuhail et al., 2023). De acuerdo con esto, los chatbots pueden apoyar este proceso al darles comentarios y guía durante las conversaciones, lo que puede ayudarles a mejorar sus habilidades de pensamiento crítico.

También existe un vínculo con la teoría del aprendizaje colaborativo, la cual afirma que los estudiantes aprenden mejor al resolver problemas o hacer tareas en grupo. Esto, es sumamente relevante para el uso de chatbots en la educación, visualizando los chatbots como espacio para promover el aprendizaje colaborativo al ofrecer un escenario para dialogar e intercambiar ideas.

La teoría del aprendizaje constructivista en el campo de la IA.

La filosofía constructivista de la educación enfatiza el papel activo de los aprendices en la construcción de la comprensión al integrar nueva información con conocimientos previos y experiencias de primera mano. Esta óptica, centrada en el aprendiz, se alinea con los sistemas de tutoría inteligente (ITS por sus siglas en inglés), y con otras aplicaciones de IA que responden de manera adaptativa a los modelos mentales existentes de los estudiantes para promover un aprendizaje más profundo.

Grubaugh et al. (2023) plantea que muchas veces sin darse cuenta, los educadores usan herramientas de inteligencia artificial que están en un software cotidiano, como, por ejemplo, Microsoft Word, o bien en frases de búsqueda para encontrar cierta información. De manera que, el uso de herramientas de IA tales como Copilot, entre otras, pueden aportar al desarrollo de una pedagogía constructivista para mejorar la participación, la metacognición y el cambio conceptual de los estudiantes, respetando los valores humanísticos de la educación.

Según el constructivismo, los estudiantes aprenden interactuando con el material, no escuchándolo pasivamente. De forma similar, la IA puede crear conocimiento a partir de datos que permiten realizar simulaciones interactivas, retroalimentación y entornos para animar a los estudiantes a descubrir activamente (Labadze et al., 2023).

El constructivismo se basa en un andamiaje de habilidades presentes en el alumno, y este se va construyendo progresivamente para mejorar su comprensión. De forma similar, la IA puede ofrecer apoyo adaptado por medio del perfeccionamiento recursivo de los modelos de interacción de los estudiantes, ya que los sistemas de asistencia inteligentes modifican dinámicamente las sugerencias, la retroalimentación y la complejidad encontrada. Por ejemplo, los sistemas de corrección de escritura como la IA de Deep pueden personalizar estrategias de redacción basadas en análisis del texto escrito por el estudiante, ayudándolo a mejorar el tono de la redacción presentada.

Los diálogos reflexivos que puedan desarrollarse con chatbots de IA como Copilot permiten el aprendizaje corregulado, y en el que el sistema modela estrategias

metacognitivas productivas. De manera que, la integración de estas herramientas para apoyar la reflexión inteligente promueve sinérgicamente el énfasis del constructivismo en la creación de significado autorregulado (Tanprasert et al., 2024).

Los enfoques educativos basado en IA también pueden aplicar modelos indirectos de conflicto, analogía y explicación para el cambio conceptual, lo que facilita la reorganización del constructivismo permanente. Así es como la síntesis de la teoría y la evolución de las herramientas tecnológicas de IA podrían remodelar nuestras estrategias pedagógicas:

Grubaugh et al. (2023) plantean que, a partir de evolución de las herramientas tecnológicas de IA y el vínculo de estas con los principios constructivistas, la enseñanza ya no seguiría una orientación unilateral, porque los educadores pueden diseñar recorridos de aprendizaje personalizados, aprovechando las experiencias previas de cada estudiante, y como resultado. el aprendizaje apunta a ser relevante.

Por otro lado, las capacidades adaptativas de la IA, junto con las teorías que fundamentan el aprendizaje, pueden facilitar ajustes en tiempo real en el currículo, facilitando que los docentes puedan responder rápidamente a las necesidades cambiantes de un alumno, asegurando así que cada estudiante permanezca en su zona de oportunidad de desarrollo y compromiso.

Fomentar la construcción activa del conocimiento da prioridad a la metacognición, y con el apoyo de herramientas de IA que estimulen la reflexión y la autoconciencia, los métodos de enseñanza pueden enfocarse en ayudar a los estudiantes a "pensar sobre su pensamiento", cultivando a los aprendizajes de largo plazo. Además, en consonancia con la perspectiva constructivista, la enseñanza con el apoyo de IA puede contribuir a desarraigar los conceptos y creencias erróneas en los estudiantes, facilitando cambios conceptuales que lleven a los alumnos a la valoración de visiones de aprendizaje distintas.

Sin embargo, en medio del atractivo de la IA y las pedagogías basadas en la tecnología, la esencia de la enseñanza requiere seguir centrada en el ser humano,

haciendo hincapié en la creación de conexiones, el fomento de la empatía y el cultivo de un sentido de comunidad, garantizando que el centro de la educación permanezca intacto, incluso en un aula tecnológicamente avanzada (Mora, 2019).

Walter (2024) plantea que tanto el constructivismo como la IA se basan en la creación activa de conocimiento, el apoyo adaptativo, el desarrollo metacognitivo y el cambio conceptual. Por lo que, la IA, bien diseñada y éticamente supervisada, puede enriquecer el aprendizaje constructivista con más atractivo, personalización y transformación, alineados con los principios humanistas.

Construcción del conocimiento y adquisición de competencias

Igual que las disciplinas construyen su saber con redes de conceptos interrelacionados, los estudiantes deben integrar sus conocimientos de varias actividades y disciplinas en redes coherentes (Soussan, 2003). Así, podrán acceder a los conocimientos adecuados para comprender y resolver diferentes situaciones en diversos contextos.

Teniendo presente que el objetivo de la enseñanza es que cada alumno desarrolle competencias disciplinares y profesionales, pero también competencias que le permitan ser autónomo, responsable, hábil y crítico, la didáctica debe analizar la relación entre el alumno, que es el que aprende, y el objeto de aprendizaje, que son los contenidos de la disciplina a enseñar, en este caso las ciencias experimentales. La didáctica depende tanto del alumno, al que se dirigen las acciones didácticas para que adquiera conocimientos teóricos, prácticos y metodológicos; como de la disciplina, cuyos contenidos conceptuales, metodológicos y actitudinales determinan la selección de aprendizajes, la didáctica y el rol docente.

El sistema alumno-disciplina se analiza para entender los procesos mentales que el alumno usa al aprender, detectar dificultades y sugerir formas de facilitar el aprendizaje de conocimientos. Se examinan aspectos como las funciones mentales implicadas, los mecanismos de adquisición, el tratamiento de información, y las representaciones y experiencias previas del alumno.

La didáctica se relaciona con disciplinas como la psicología genética, cognitiva, teorías del aprendizaje, lingüística y epistemología. Su objetivo es mejorar los resultados, la organización del conocimiento y especialmente las competencias prácticas del alumno. Se pregunta cómo éste aprende el conocimiento científico, las operaciones intelectuales requeridas, las dificultades y características propias de dicho conocimiento.

El docente es un mediador esencial que necesita formación científica y didáctica. Los problemas, objetivos y métodos se basan en la idea de que el alumno sea actor principal en la creación de su aprendizaje a partir de experiencias previas y el contacto con nuevas situaciones. Por su parte, el alumno usa procesos mentales para entender, relacionar y organizar el contenido disciplinar. Esta construcción del conocimiento desde datos observados y experimentales constituye los fundamentos de una didáctica en pro del alumno.

El constructivismo y el pensamiento crítico.

Según el constructivismo de Jean Piaget, la interacción con el entorno nos permite adquirir conocimiento. Esta teoría dice que el pensamiento crítico se forma al aprender y resolver problemas en distintas etapas, en las cuales el individuo mejora sus habilidades de pensamiento crítico con el tiempo. Sin embargo, se trata de un planteamiento relativamente nuevo, ya que para Hernández Rojas (2008) gran parte del siglo pasado estuvo marcada por el auge de las corrientes conductistas que sostenían una visión empirista y asociacionista del conocimiento y del aprendizaje, prevaleciendo una forma de hacer ciencia, fuertemente influida por la perspectiva epistemológica positivista y neo-positivista que se ajustaba "casualmente" a la postura psicológica referida.

El paradigma conductista, al concebir el aprendizaje como un proceso de estímulo-respuesta, apoyó y reforzó la vieja tradición educativa basada en la transmisión-reproducción de los contenidos a enseñar. Según esta tradición, el profesor es el dueño y portador del conocimiento, que transmite a los alumnos a través de un discurso excesivo. Los alumnos, por su parte, son vistos como simples receptores que aprenden de manera pasiva a partir de las explicaciones del profesor. Así, la única forma

de comprobar si los alumnos han aprendido o no depende de la capacidad que demuestren para repetir el conocimiento expuesto por el docente ante las distintas situaciones artificiales de evaluación.

Después de lo que Hernández Rojas (2008) califica como "pesadilla" conductista y su anti constructivismo radical, en la disciplina psicoeducativa se empezaron a explorar nuevos caminos del quehacer científico y nuevas formas de aproximarse a las problemáticas relativas al ámbito psicológico en las prácticas educativas.

El constructivismo, liderado por Piaget y seguido por muchos autores de diferentes corrientes teóricas, se convirtió en una tendencia dominante en la psicología desde finales de los ochenta. Piaget pretendía explicar el sujeto desde un enfoque biológico y psicológico, sin rechazar la dimensión social, pero sin atribuirle un gran peso causal en dicha explicación. Para ello, desarrolló una teoría que, dado su interés por la construcción del conocimiento, pronto captó la atención en el campo de la educación.

El pensamiento crítico, a su vez, es un proceso de valor en la vida académica y personal de los seres humanos, concibiéndose como una condición imprescindible para la construcción del conocimiento, para aprender, tomar decisiones y actuar (Robles, 2019). En este contexto, se lo ha definido como la habilidad que tienen las personas para emitir un juicio autorregulado, y en tal sentido muestra un vínculo con la perspectiva constructivista.

El constructivismo y el pensamiento crítico son conceptos diferentes, están conectados entre sí, ya que los dos se enfocan en el desarrollo de habilidades de pensamiento de alto nivel y los dos exigen que los estudiantes sean participativos en su aprendizaje. Además, tanto el constructivismo como el pensamiento crítico pueden ser promovidos por un método de enseñanza centrado en el estudiante que incentive la indagación, la experimentación y la reflexión.

El constructivismo y el pensamiento crítico son clave en la educación actual. Son conceptos que ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento de alto nivel para analizar y evaluar información objetivamente y tomar decisiones informadas.

Aunque se han investigado y aplicado en diferentes contextos educativos, queda mucho por saber sobre cómo combinarlos mejor en la práctica educativa. Por ejemplo, el constructivismo sostiene que los estudiantes crean su propio conocimiento al experimentar y reflexionar.

Según el constructivismo, el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes deben tomar parte en su propio aprendizaje, no limitándose a recibir información de un profesor o un libro, sino que deben poder explorar, experimentar y pensar sobre lo que están aprendiendo. El pensamiento crítico, por otro lado, consiste en la habilidad de analizar y valorar información de manera objetiva, de manera que los estudiantes que pueden pensar críticamente pueden poner en duda la información que reciben, tener en cuenta diferentes puntos de vista y tomar decisiones fundadas en su análisis (Robles, 2019). El pensamiento crítico es una destreza imprescindible que puede ayudar a los estudiantes a orientarse en un mundo cada vez más complejo y saturado de información.

Para terminar, el constructivismo y el pensamiento crítico son dos enfoques pedagógicos que pueden mejorar la calidad de la educación. Estos enfoques resaltan la importancia de que los estudiantes sean activos en su aprendizaje y desarrollen habilidades de pensamiento de alto nivel. A pesar de los desafíos en su implementación, los beneficios para los estudiantes son importantes. Con más investigación y práctica, podemos seguir mejorando estos enfoques para aumentar su eficacia en el aula.

Teoría de transactividad.

La teoría de la transactividad es un marco conceptual que se utiliza para entender cómo los procesos de aprendizaje colaborativo emergen de las conversaciones. Según esta teoría, una contribución transactiva se produce cuando el razonamiento se hace explícito y se basa en una afirmación de razonamiento previa dentro de la discusión. Estas contribuciones pueden ser auto orientadas, donde la contribución se basa en la propia contribución previa del hablante, u orientadas hacia otros, donde la contribución se basa en una contribución previa de un compañero de conversación.

La teoría de la transactividad se basa en la idea de que el aprendizaje ocurre a través de la interacción y el intercambio de ideas. En este sentido, los chatbots pueden desempeñar un papel importante al proporcionar un espacio para la discusión y el intercambio de ideas, lo que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico.

Un estudio realizado por Gweon et al. (2013) utilizó la teoría de la transactividad para investigar cómo los chatbots pueden ser utilizados para fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. En este estudio, los autores desarrollaron un modelo de Red Bayesiana Dinámica no supervisada basado en la Teoría de la Acomodación del Habla para estimar la prevalencia de transacciones orientadas a otros en discusiones diádicas. Los resultados mostraron una correlación positiva entre una medida automática de acomodación del estilo de habla y la prevalencia de transacciones orientadas a otros.

Otro estudio realizado por Zoethout et al. (2017) también utilizó la teoría de la transactividad para entender cómo los procesos de aprendizaje en equipo emergen de las conversaciones. En este estudio, los autores analizaron las grabaciones de video de tres equipos de profesores diferentes y encontraron que el contenido de los procesos de aprendizaje en equipo cambia cuando los miembros del equipo actúan más estrechamente en el razonamiento de cada uno.

Estas investigaciones sugieren que la teoría de la transactividad podría proporcionar un esquema para comprender el uso de chatbots en la promoción del pensamiento crítico entre los estudiantes. No obstante, subrayan la importancia de continuar la investigación en este campo, dado que aún queda mucho por descubrir acerca del diseño y la implementación óptima de chatbots para tal fin.

La teoría del aprendizaje colaborativo.

El aprendizaje colaborativo se emplea actualmente como un término general para diferentes métodos pedagógicos de aprendizaje en grupos pequeños. Esto incluye el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje en equipo, la tutoría entre pares, los grupos de estudio, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y las

comunidades de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y comunidades de aprendizaje

En particular, la relación entre el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje cooperativo ha sido confusa, ya que ambos conceptos se desarrollaron en paralelo y durante el mismo período. Algunos académicos los consideran sinónimos, mientras que otros ven el aprendizaje cooperativo como una subcategoría del colaborativo. También hay quienes los posicionan en extremos opuestos de un espectro, con el aprendizaje cooperativo siendo más estructurado y el colaborativo menos, o incluso quienes establecen una distinción clara entre ambos.

Existe una justificación teórica para diferenciar entre los términos colaboración y cooperación, pero en la práctica es difícil separarlos ya que suelen coexistir en muchos procesos de trabajo grupal. Según Bruffee (1999), el aprendizaje colaborativo y cooperativo son complementarios y suplementarios, y sus diferencias se deben principalmente a sus orígenes distintos, ya que el aprendizaje colaborativo y cooperativo se desarrollaron para educar a personas de diferentes edades, experiencias y niveles de habilidad en un oficio interdependiente. Por lo tanto, los educadores que crearon los métodos tendían a tener suposiciones distintas sobre la naturaleza del conocimiento y la autoridad en el mismo.

Lee et al. (2024) subrayan que la inteligencia artificial (IA) puede funcionar no sólo como una herramienta para el aprendizaje, sino también como un agente inteligente con el que los seres humanos pueden participar en el aprendizaje colaborativo (AC) para así, cambiar las prácticas epistémicas en las aulas de ciencias. Para esto, los docentes deben de poner en primer plano el uso de tareas auténticas que permitan a los estudiantes construir y aplicar conocimientos basados en estándares para resolver un problema del mundo real, desarrollan de esta manera actividades de aprendizaje que establezcan conexiones entre los conocimientos de la asignatura y los problemas de la vida real a través de las interacciones centradas en tareas del equipo alumno-AI.

Para Hidalgo et al. (2021) la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta para apoyar el aprendizaje colaborativo en la educación, principalmente

porque los sistemas de IA pueden facilitar la colaboración entre los estudiantes al proporcionar plataformas interactivas y personalizadas que promueven la discusión, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas.

Así mismo, el aprendizaje colaborativo con apoyo de la IA puede ser muy beneficioso en la enseñanza de laboratorio, ya que su sistema ofrece entornos interactivos que permiten a los estudiantes colaborar en proyectos concretos, mostrar sus soluciones y aprender unos de otros. Estos entornos pueden ajustarse a las necesidades individuales de aprendizaje de cada estudiante, potenciando así la eficacia del aprendizaje colaborativo. En continuidad a este planteamiento, Lee et al. (2024) subrayan que la IA puede facilitar el aprendizaje colaborativo al proporcionar retroalimentación en tiempo real y personalizada a los estudiantes, a lo que se suma su capacidad para evaluar el rendimiento de los estudiantes, proporcionar consejos y recomendaciones basadas en sus fortalezas y debilidades individuales.

La revisión parcial de la literatura académica permite determinar que la IA puede apoyar la gestión del aprendizaje colaborativo al ofrecer herramientas para el monitoreo del progreso de los estudiantes, ya que los sistemas de IA pueden recolectar datos sobre su desempeño, lo que puede ayudar a los educadores a identificar áreas de mejora en sus metodologías de enseñanza (Kavitha y Lohani, 2019; Kim et al., 2022; Mai et al., 2024).

No obstante, es importante tener en cuenta que el uso de la IA en el aprendizaje colaborativo también implica desafíos, ya que los sistemas de IA pueden no ser capaces de abarcar todas las complejidades y matices de la interacción humana, lo que pudiera limitar su eficiencia en la facilitación del aprendizaje colaborativo. Además, la dependencia excesiva de la IA puede deshumanizar el proceso de aprendizaje y limitar las oportunidades para la interacción humana y el desarrollo de habilidades sociales.

Por lo tanto, los educadores deben usar la IA de forma estratégica y reflexiva en el aprendizaje colaborativo, equilibrando la tecnología y las interacciones humanas y procurando que la IA potencie, y no reemplace, la colaboración humana. También deben estar alerta a los riesgos y desafíos del uso de la IA y mitigarlos (Chounta, 2019).

Para finalizar, la literatura revisada se inclina a plantear que la IA ofrece muchas posibilidades para fomentar el aprendizaje colaborativo en la educación, ya que proporciona herramientas y métodos novedosos que favorecen la colaboración entre los estudiantes, potencian la eficacia del aprendizaje y apoyan a los educadores en el seguimiento y la evaluación del progreso de los estudiantes. Este planteamiento no es abordado desde una óptica empírica, no obstante, se asegura que el uso de IA desde la perspectiva del aprendizaje colaborativo debe ser estratégico y reflexivo, y debe complementarse con las interacciones humanas para asegurar un aprendizaje colaborativo (Chounta, 2019; Hidalgo et al., 2021; Yang, 2023).

La teoría de la cognición distribuida (CD)

Este marco ayuda a comprender de manera integral cómo se vinculan e interactúan los agentes heterogéneos (es decir, estudiantes, IA y profesores), las distintas tecnologías digitales disponibles y las prácticas en el aula (Holmes et al., 2023). Esta teoría propone dos ideas metodológicas importantes. Primero, la unidad de análisis debe ser el sistema más amplio, no el individuo. Por ejemplo, los procesos cognitivos pueden distribuirse entre los miembros de un equipo; requiriendo la coordinación entre las estructuras internas y externas (materiales o ambientales); o pueden distribuirse en el tiempo, de modo que lo que sucedió antes puede influir en lo que sucede después

En segundo lugar, el análisis abarca una variedad de mecanismos que pueden formar parte del sistema cognitivo, en vez de sólo la manipulación de símbolos y el cálculo, por ejemplo, la interacción entre la memoria humana, las representaciones externas y la manipulación de objetos. Esto sugiere los tipos de observaciones y fenómenos que un análisis de DC podría enfatizar; este estudio los ha ampliado al referirse a la literatura de DC más extensa para presentar un conjunto de componentes para el SAC sobre el aprendizaje.

Consiglio y Martínez Manrique (2021) plantean que en relación con la inteligencia artificial esta teoría ofrece un marco para comprender cómo las tecnologías de IA pueden facilitar y potenciar los procesos cognitivos, como el pensamiento crítico, ya que la inteligencia artificial puede facilitar la colaboración distribuida al proporcionar

plataformas que permiten a las personas compartir información. Estas herramientas pueden asistir a los individuos en la resolución de problemas complejos y en la toma de decisiones basadas en datos, lo cual es esencial para el pensamiento crítico.

Según esta teoría, la IA puede mejorar el pensamiento crítico al ayudar a las personas a evaluar información críticamente y tomar decisiones basadas en evidencia, favoreciendo la cooperación, el acceso a la información y el aprendizaje adaptado. No obstante, es esencial su uso ético y responsable, considerando los posibles riesgos y desafíos relacionados con su aplicación.

Modelo de colaboración estudiante-AI (Student-AI Collaboration)

El modelo SAC consta de tres participantes: Estudiante(S), IA y Profesor(T). En primer lugar, un estudiante individual se considera un agente de aprendizaje activo en el modelo SAC. En este rol, los estudiantes aprenden como colaboradores que interactúan activamente con AI para lograr un aprendizaje más optimizado, o como líderes que participan en el aprendizaje y replantean su crecimiento dentro de sistemas de aprendizaje complejos (Leś y Moroz, 2021).

En este modelo, hay tres tipos de interacciones entre el alumno y la IA: cognitivas, socioemocionales y mediadas por artefactos. La interacción cognitiva se refiere al contenido o al proceso de aprendizaje de la tarea, e implica intercambios sobre el contenido del dominio que hay que aprender, como compartir, elaborar y procesar el conocimiento. Por ejemplo, un alumno dialoga con un chatbot sobre las características de las rocas que señala el profesor, infiere los tipos de rocas y aprende los criterios de clasificación de rocas en una clase de geología (Chaudhry y Kazim, 2022).

En segundo lugar, la interacción socioemocional consiste en «interacciones deliberadas entre los miembros del grupo que afectan a las percepciones de las emociones y el clima socioemocional.

El modelo propone que la IA no es solo una herramienta para facilitar el aprendizaje, sino también un agente que aprende por sí mismo. Por ejemplo, la IA puede ser un profesor que diagnostica, retroalimenta y evalúa el progreso de los estudiantes

(Chaudhry y Kazim, 2022). Así, el modelo no restringe la interacción a los seres humanos ni reduce la tecnología a un medio, sino que abre la posibilidad teórica de la IA como un participante de interacción que comparte información con los estudiantes en el aprendizaje.

En el modelo, los profesores son clave, ya que deben facilitar y rendir cuentas del uso de la IA en el aula junto con los estudiantes. Si no lo hacen, la IA difícilmente se incorporará a los programas de enseñanza de la escuela. No obstante, algunos consideran que la IA puede restar liderazgo a los profesores al usar datos y evidencias para decidir según el aprendizaje de los estudiantes en tiempo real (Chaudhry y Kazim, 2022), pero la mayoría de la literatura valora que los profesores humanos seguirán controlando los algoritmos de la IA. En general, se plantea que los profesores deben combinar la toma de decisiones basada en datos e informada por pruebas de la IA con la toma de decisiones morales basada en valores de los profesores para ofrecer estrategias de instrucción más eficaces.

Desde otra perspectiva, Gibson et al. (2023) mencionan que existen numerosas teorías de aprendizaje con una superposición de conceptos, duplicación y redundancia en términos y estructura que ofrecen explicaciones parciales del aprendizaje. Esto responde a que los marcos sobre el aprendizaje se han ofrecido desde varias disciplinas como la psicología, la biología y la informática, pero rara vez se han integrado o unificado. Por lo tanto, es necesario repensar la teoría del aprendizaje para la era de la inteligencia artificial (IA) para actualizar tanto la teoría como las prácticas educativas.

Para Gibson et al. (2023) existen diversos motivos para replantearse la teoría del aprendizaje en la era de la IA: la parcialidad de cualquier descripción, que requiere una constante búsqueda de nuevas teorías y explicaciones; además, las lecciones de la evolución y la complejidad, que requieren una constante adaptación de la teoría a la realidad. Esta situación exige estar abierto a nuevas ideas más integradoras y a conceptos unificadores para avanzar en las ciencias del aprendizaje.

Por ello, para aportar en la unificación teórica Gibson et al. (2023) proponen un modelo que combina las teorías del aprendizaje para ofrecer un mayor poder explicativo dentro y a través de los niveles micro, meso y macro.

El modelo combina a nivel micro la teoría del aprendizaje de Piaget (1985) con la teoría de la agencia auto catalítica de Kauffman (2000) y el modelo de motivación de Song y Keller (Song y Keller, 1999). A nivel meso, la teoría del aprendizaje social de Dewey (1916) se integra con las teorías de Donovan et al. (1999), y Garrison et al. (1999) para captar el aprendizaje humano como parte de un grupo o comunidad de aprendizaje. Por último, el fundamento del macro nivel es la teoría de la actividad histórica cultural de Engeström, (1999), que tiene sus raíces en los trabajos de Vygotsky (1978) y capta la naturaleza culturalmente mediada de la actividad humana. El modelo propuesto también tiene tres niveles para el desarrollo de la IA: el individuo (micro), el grupo de tareas o campos (meso) y la cultura interdisciplinar (macro), organizados como una red con nodos y aristas para el modelado computacional de los procesos de aprendizaje.

2.3. Marco Conceptual.

Nociones conceptuales de IA

El papel de la inteligencia artificial en la educación se ha establecido principalmente de dos maneras: (1) "Aprender con IA" y (2) "Aprender sobre IA" (Holmes et al., 2023). El primero se refiere al uso de la inteligencia artificial como una herramienta directa para la enseñanza y el aprendizaje, como, por ejemplo, un sistema de gestión de aprendizaje adaptativo o personalizado, o un sistema de tutoría inteligente (Intelligent Tutoring System ITS). El segundo alude a un enfoque que implica enseñar sobre la IA como contenido educativo para diseñar, crear y aplicar algoritmos de IA, basándose en su comprensión.

Los componentes básicos de la Inteligencia Artificial (IA) son el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo y el aprendizaje por refuerzo. Estos permiten que las máquinas aprendan, decidan y predigan sin programación explícita, usando

algoritmos inspirados en el cerebro humano. Por ejemplo, el aprendizaje automático se usa para autocompletar palabras en el teléfono, el aprendizaje profundo para conducir vehículos sin conductor y el aprendizaje por refuerzo para entrenar a robots a jugar al fútbol.

La IA se clasifica según las habilidades que se programan en la máquina. Estas habilidades evolucionan rápidamente y hay que estudiarlas continuamente. La IA es muy útil en muchos aspectos de la vida, tanto profesional como cotidiana. Las redes neuronales, un modelo de aprendizaje automático, imitan el cerebro humano y son buenas para encontrar patrones en datos grandes. Esto las hace útiles en tareas como el reconocimiento de voz, la identificación de objetos en imágenes y la traducción de idiomas.

Aunque estos estudios ofrecen una comprensión integral del avance de la tecnología de IA y el desarrollo de planes de estudio escolares relacionados con la IA, se afirma que tal concepción de la IA centrada en herramientas no puede discutir completamente el potencial de la funcionalidad de la IA, el propósito educativo previsto de la IA, así como los riesgos potenciales de AIED en el sistema educativo

A diferencia de las tecnologías previas, la inteligencia artificial (IA) establece una interacción más autónoma, personalizada y activa con los estudiantes. Estas interacciones son dinámicas, no estáticas, y reflejan la comunicación e interacción propias de un proceso y contexto educativo. La autonomía, sociabilidad y reactividad de la IA la convierten en un campo fascinante para los expertos en AIED, quienes utilizan la IA en roles como compañeros, tutores y asistentes de aprendizaje, tradicionalmente limitados a humanos (Ramos et al., 2023). Así, la IA se concibe como un agente interactivo en el aprendizaje estudiantil, desplazando el foco del avance tecnológico y el desarrollo curricular hacia la calidad de la interacción social entre estudiantes y la IA como pares en el aprendizaje colaborativo, y sus implicaciones en el entorno educativo que puede fomentar el aprendizaje autodirigido.

Ramos et al. (2023) indican que la Inteligencia Artificial (IA) tiene dos tipos principales: IA débil e IA fuerte. La IA débil, o estrecha, hace tareas específicas muy bien, pero no sabe de otras cosas. Estos sistemas pueden hacer desde reconocer voz hasta diagnosticar enfermedades, pero no entienden el mundo. No pueden usar lo que aprenden en una tarea para hacer otra diferente. Por ejemplo, un sistema de IA que juega ajedrez bien no podría reconocer imágenes, porque son tareas distintas.

La IA fuerte quiere imitar la inteligencia humana completa. No solo hace tareas específicas, sino que entiende, aprende y razona en varios contextos, como un humano. La IA fuerte, o general, todavía es más teoría que realidad. Pero es el objetivo final de muchos investigadores de IA. Este tipo podría hacer cualquier tarea intelectual que un humano puede hacer. No solo jugaría ajedrez o reconocería imágenes, sino que también podría hablar, hacer juicios morales, crear arte original, y hasta tener autoconciencia. Sin embargo, hacer una IA fuerte tiene muchos desafíos técnicos y éticos, y es un área de mucha investigación y debate.

Uno de los conceptos que sobresale en el campo de la inteligencia artificial es el aprendizaje automático, que es una forma de IA que posibilita que un sistema aprenda a partir de datos sin ser programado de manera explícita. El aprendizaje automático emplea algoritmos para examinar y aprender de los datos, para después realizar predicciones o tomar decisiones basándose en lo aprendido.

Otro concepto en el campo de la IA es el procesamiento de lenguaje natural, referido este como la habilidad de un sistema informático para comprender y generar lenguaje humano. Esto abarca la capacidad de entender texto escrito, generar texto comprensible para humanos e interactuar con las personas en un lenguaje natural (Hidalgo et al., 2021).

La visión por computadora es un concepto predominante en la inteligencia artificial. Se refiere a la habilidad de un sistema informático para "ver" e interpretar imágenes de manera similar a un ser humano. Esto abarca la capacidad de identificar objetos, personas y lugares en imágenes, así como comprender el contexto en el que se hallan (Goda et al., 2014).

La inteligencia artificial también engloba los sistemas expertos, que son sistemas informáticos diseñados para imitar el proceso de toma de decisiones de un experto humano en un área específica (Walter, 2024). Estos sistemas se respaldan en un conjunto de reglas para tomar decisiones o emitir recomendaciones dentro de su área de especialización.

Los asistentes virtuales inteligentes constituyen otro ejemplo del empleo de la inteligencia artificial, al facilitar la comunicación con los usuarios a través del uso de lenguaje natural. Así, estos asistentes brindan apoyo en la ejecución de distintas tareas, responden a consultas y ofrecen recomendaciones pertinentes en una amplia gama de dispositivos, tales como teléfonos inteligentes, altavoces inteligentes y computadoras.

El aprendizaje profundo es una rama especializada del aprendizaje automático que trata sobre algoritmos inspirados en la estructura y función cerebral, conocidos como redes neuronales artificiales (Tanprasert et al., 2024). El aprendizaje profundo puede ser supervisado, semi supervisado o no supervisado, y emplea redes neuronales con múltiples capas de procesamiento, lo que permite al modelo aprender representaciones de datos en varios niveles de abstracción.

En este contexto, el concepto de la ingeniería de indicaciones (ingeniería de prompts) se considera una habilidad importante para obtener respuestas específicas de los sistemas de IA, mejorando así las experiencias educativas y estimulando el pensamiento crítico. La ingeniería de indicaciones facilita la obtención de respuestas precisas de los sistemas de IA, enriqueciendo las experiencias educativas y promoviendo el pensamiento crítico (Walter, 2024)

El pensamiento crítico

El pensamiento crítico es una actividad reflexiva, porque evalúa los resultados vinculados a su propia reflexión y la de los demás (Robles, 2019). Se trata entonces de habilidad que tiene el ser humano de poner en duda, tanto pensamiento propio como el ajeno.

En el presente estudio se considera que el pensamiento crítico hace referencia a un pensamiento totalmente dirigido hacia la acción, y el cual surge en un contexto de resolución de problemas, y en el marco de la interacción con otras personas, orientándose a entender la naturaleza de los problemas que a ofrecer soluciones.

El Pensamiento crítico se concibe como una competencia multidisciplinaria y orientada a la acción, en la que se integran las habilidades, disposiciones y conocimientos del constructo. Como competencia, debe ser fomentado y sus competencias deben ser enseñadas de modo explícito e intencional, identificándose cuáles son, cuándo cada una es más útil, y cómo pueden ser utilizadas (Morancho y Rodríguez Mantilla, 2020a).

El pensamiento crítico se define en dos dimensiones: las habilidades cognitivas y las disposiciones afectivas. Esta forma de pensamiento es la capacidad que tiene cada individuo para examinar y evaluar sus propios productos del pensamiento, lo cual es esencial para resolver problemas, tomar decisiones y ser creativos (Robles, 2019). Se trata de un proceso reflexivo, que implica estar ante una situación de duda, de confusión, de dificultad mental, que activa el pensamiento, y un acto de búsqueda, de investigación para encontrar algún material que resuelva la incertidumbre.

La educación superior ha mostrado confusión para desarrollar y evaluar el Pensamiento Crítico, debido a la ausencia de una idea clara y común sobre lo que significa este concepto (Morancho y Rodríguez Mantilla, 2020a).

Pensar críticamente implica actuar de manera razonada ante una situación relevante, usando los recursos mentales adecuados y supone un conjunto de procesos cognitivos superiores y complejos. Asimismo, se puede proponer que el pensamiento crítico es una base en los procesos de investigación, pues está relacionado con el razonamiento.

Por otro lado, no se debe de olvidar que los argumentos pueden ser deductivos o inductivos, y como siempre su interpretación dependerá de los individuos que tengan la capacidad de querer argumentar. Por lo tanto, se puede considerar que el pensamiento

crítico es un pilar muy importante en la formación integral del ser humano, porque influye en la toma de decisiones personales o en ámbitos administrativos, ya que el pensar críticamente es voluntario y las habilidades se pueden desarrollar siempre y cuando el individuo tenga voluntad de hacerlo.

La literatura académica describe modelos de enseñanza que fomentan el pensamiento crítico. Estos modelos, basados en la caracterización de López (2012), son: Modelo de evaluación procesual, Modelo de pensamiento dialógico, Modelo de comunidad de investigación y Modelo de controversia. Los modelos de pensamiento crítico que se analizan no son exhaustivos, pero sí engloban los esquemas que usan los profesores consultados en este estudio en el aula.

No hay un acuerdo sobre qué es el pensamiento crítico y se le ha confundido con expresar opiniones o actitudes rebeldes sin fundamento. En esta parte, se presentará una aproximación al concepto del tema que se estudia. El pensamiento crítico es una competencia compleja, que no se puede definir de manera exhaustiva. Por eso, lo que se presenta en este punto es el criterio de varios expertos y estudiosos sobre el tema. En un estudio realizado por Morancho y Rodríguez Mantilla (2020b) se identificó que la competencia de pensar críticamente implica habilidades relacionadas con distintas capacidades tales como, la capacidad para detectar argumentos y supuestos, reconocer relaciones relevantes, hacer inferencias válidas, evaluar la evidencia y la autoridad, y extraer conclusiones.

Según Seibert (2021) el pensamiento crítico se entiende como el pensamiento que se basa en la reflexión racional y que busca determinar qué hacer, qué decidir o qué creer. Esto significa que, por un lado, es un proceso cognitivo complejo de pensamiento que reconoce el papel de la razón sobre los otros aspectos del pensamiento. Su propósito es identificar lo que es justo y lo que es verdadero, es decir, el pensamiento de un ser humano racional. Añaden que el pensamiento crítico implica el uso de las principales competencias cognitivas del ser humano que le permitan realizar el mejor plan de acción, con el objetivo de alcanzar los objetivos que se hayan establecido en un momento dado.

Para Halpern (2013) el pensamiento crítico implica buscar activamente distintas fuentes de información y, a partir de ellas, seleccionar la que sea válida, pertinente y aprovechable. Además, se debe asimilar esa información, para su uso en la toma de decisiones autónomas que aporten a la resolución de problemas, lo que puede repercutir en distintas dimensiones de la vida diaria.

Júdex-Orcasitas et al. (2019) indican que el desarrollo del pensamiento crítico es una de las principales preocupaciones de los sistemas educativos actuales. Sin embargo, Lopez Ruiz (2021) indica que el pensamiento crítico es complejo y requiere hacerse responsable de la mente y la vida, buscando mejorarlas con criterio propio. Por eso creen que las instituciones educativas deben formar pensadores críticos que, además de dominar su materia, sean ciudadanos eficaces, razonen éticamente, se comuniquen efectivamente y sean empáticos intelectualmente con otras formas de ver y de actuar para el bien común.

Anggraeni et al. (2023) determina que este tipo de pensamiento es hábil y responsable y lleva a un juicio correcto, porque se adapta al contexto, usa criterios y se autocorriges. Lo anterior, implica tener un propósito, identificar un problema; analizarlo, con su punto de partida, objetivo, dificultades, recursos; plantear y evaluar posibles soluciones y elegir una, y actuar evaluando procesos y resultados.

En conclusión, todas las definiciones relacionan pensamiento crítico con la racionalidad, valorándose que el pensamiento crítico se distingue por controlar, dominar las ideas, y su principal función no es crear ideas sino examinarlas, valorarlas y revisar qué es lo que se comprende, se elabora y se comunica a través de los otros tipos de pensamiento, ya sean estos verbales, matemáticos o lógicos. Por lo tanto, el pensador crítico es aquel que es capaz de pensar por sí mismo y posee competencias metacognitivas.

Capítulo 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación.

El presente capítulo enfocado en el marco metodológico para el desarrollo de la investigación expone los elementos metodológicos utilizados para investigar el impacto de la Inteligencia artificial en el desarrollo del pensamiento crítico, considerando como población de estudio a estudiantes de química del CCH Oriente. Como parte del desarrollo del capítulo se identifican las variables y su operacionalización, lo que brinda orientación sistémica a la investigación, a la vez que facilita la posterior interpretación de los datos recolectados.

El trabajo de campo se desarrolló bajo una temporalidad de 6 meses, periodo durante el cual se implementaron distintas tareas, y cuyo objetivo fue desarrollar el pensamiento crítico en la población de estudio haciendo uso de la herramienta de Inteligencia artificial Copilot. Los participantes fueron seleccionados asegurando la inclusión de diferentes experiencias individuales con la IA.

El capítulo 3 aquí expuesto, presenta una descripción de la metodología y del procedimiento empleado en la investigación, subrayando la importancia de su perspectiva sistemática para comprender el impacto que la Inteligencia artificial, específicamente el que la herramienta Copilot ha presentado sobre el pensamiento crítico de la población objeto de estudio. Para ello, se determinó el uso de técnicas cuantitativas a fin de obtener una comprensión objetiva sobre el problema de estudio.

3.1. Cuadro Operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables que aquí se expone busca evaluar el impacto de la herramienta Copilot sobre el pensamiento crítico en los estudiantes de química de la unidad escolar seleccionada para la investigación. Este cuadro muestra la relación entre los cuestionamientos de investigación, la hipótesis, los objetivos de estudio, y las variables de investigación, permitiendo guiar la operacionalización de conceptos que aseguren la validez de los resultados

Tabla 4. Operacionalización de variables

Operacionalización de Variables						
Tema: Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024.						
Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo se puede optimizar el proceso de enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del	Diseñar un modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del	Analizar cómo puede ser adaptado Copilot para adaptarse a las necesidades específicas de los estudiantes de química del CCH Oriente. Identificar qué tipo de preguntas	La implementación de chatbots Copilot, en el proceso educativo de estudiantes de química del CCH Oriente contribuirá significativamente	Variable independiente: Adaptación de Copilot	Funcionalidad	Facilidad de uso, claridad en la presentación de la información y personalizar la experiencia.
					Contenido	Precisión científica, actualización y pertinencia para la química.

Operacionalización de Variables						
Tema: Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024.						
Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024?	Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024	de química puede manejar Copilot para ayudar a los estudiantes del CCH Oriente a desarrollar su pensamiento crítico.	e al desarrollo del pensamiento crítico en dichos estudiantes		Interactividad	Capacidad de respuesta, tipo de preguntas, retroalimentación.
		Evaluar cómo puede Copilot proporcionar retroalimentación efectiva que			Capacidad del aprendizaje	Adaptación a las necesidades del usuario, personalización de la experiencia del aprendizaje y evaluación del progreso.

Operacionalización de Variables						
Tema: Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024.						
Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
		promueva el pensamiento crítico en los estudiantes de química del CCH Oriente.		Variable(s) dependiente(s): Desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente	Comprensión de conceptos	Capacidad para definir y explicar conceptos químicos, identificar y describir procesos químicos.
					Razonamiento crítico	Capacidad para analizar información, evaluar hipótesis, inferir y deducir conclusiones.

Operacionalización de Variables						
Tema: Modelo de optimización para la enseñanza de química mediante el pensamiento crítico e inteligencia artificial de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente de la Ciudad de México en el ciclo escolar 2023-2024.						
Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Hipótesis	Variables estudiadas	Dimensiones	Indicadores
					Resolución de problemas	Capacidad para aplicar conceptos químicos y diseñar experimentos para probar una hipótesis.
					Actitud hacia la química	Interés y curiosidad por la química, apreciación de la relevancia en la vida cotidiana.

3.2. Diseño metodológico.

En esta investigación, se optó por un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y un método deductivo, que permitió analizar la relación entre la adaptación de la herramienta de inteligencia artificial Copilot y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente. Este diseño metodológico garantiza la validez y confiabilidad de los resultados mediante el uso de cuestionarios y pruebas estandarizadas, aplicados bajo condiciones controladas, permitiendo así una interpretación objetiva y precisa del impacto de la herramienta en el contexto educativo.

3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.

La selección de un enfoque de estudio cuantitativo para esta investigación se justificó en la necesidad de obtener datos medibles que permitieron analizar la relación entre la adaptación de Copilot y el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente. El enfoque cuantitativo facilitó la recolección de datos para su posterior análisis estadístico, proporcionando resultados que puede ser generalizables (Bloomfield y Fisher, 2019). Este planteamiento se respaldó en el uso del cuestionario.

El método de investigación deductivo se consideró el apropiado para este estudio porque este parte de teorías y conceptos previamente establecidos sobre la adaptación de herramientas tecnológicas en el desarrollo del pensamiento crítico. La orientación deductiva permitió estructurar la investigación de manera lógica, asegurando que las conclusiones derivadas identificadas se respalden en la evidencia empírica recolectada para el estudio.

La elección de un tipo de investigación correlacional se justificó por el objetivo de examinar la relación entre las variables independientes y dependientes del estudio. En este caso, se buscó determinar una asociación entre la adaptación de Copilot y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. La investigación correlacional fue la tipología adecuada porque permitió medir el grado de relación entre las variables sin manipularlas,

lo que fue esencial para comprender cómo interactuaron en un contexto educativo real (Devi y Devaki, 2019).

El diseño de investigación no experimental fue el seleccionado porque no se buscó manipular las variables independientes, sino observar su comportamiento en un entorno natural. La selección de un enfoque cuantitativo, un método deductivo bajo una perspectiva de investigación correlacional, y la presencia de un diseño no experimental, brindó a la presente investigación un marco adecuado para estudiar el comportamiento de las variables en la población de estudio, todo ello garantizó a la vez la orientación sistémica de la investigación.

3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.

El enfoque racional de análisis en la investigación se encuentra respaldado por el uso de la lógica y por el razonamiento crítico, lo que a su vez permite desglosar una problemática de investigación en diversos componentes, facilitando la comprensión de sus causas y efectos. De manera que, el análisis racional se puede valorar como una herramienta de relevancia en el proceso de la investigación científica, ya que facilita la descomposición de fenómenos complejos en elementos específicos, lo que a su vez permite identificar las relaciones de causalidad entre estos, requiriéndose el ajuste de un marco conceptual y metodológico una vez que se obtienen nuevos datos.

El método racional de análisis se considera una herramienta investigativa que permite solucionar problemas complejos haciendo uso de la lógica y la deducción. Tal metodología se basa en la formulación de hipótesis que pueden ser corroboradas a través de la experiencia escrita, haciendo uso de la lógica deductiva como un mecanismo para falsear los postulados generados (Garcés Cano y Duque Oliva, 2007). Parte de las características de una investigación racional, radica en la flexibilidad para aceptar la temporalidad de los conocimientos, lo cual responde en buena parte a que en el marco de la investigación científica, los métodos racionales se utilizan principalmente en el estudio de problemáticas de orden social (Camacho y Fontaines, 2005).

El método racional abarca desde la reconstrucción del marco conceptual, el marco metodológico, hasta las conclusiones y las recomendaciones establecidas en una investigación. La metodología utilizada para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación, por ejemplo, se vincula al método racional de análisis, ya que, a como indica Garcés Cano y Duque Oliva (2007), no existe una única forma de analizar un artículo de investigación, pero sí pueden seguirse ciertos criterios o lineamientos básicos que permitan su análisis crítico. Estos lineamientos incluyen determinar la calidad académica del artículo, su originalidad, el aporte identificado al objeto de estudio, así como la pertinencia de la temática desarrollada, expresándose en ello la flexibilidad referida como característica del método racional de análisis.

De acuerdo Rodríguez Jiménez y Pérez Jacinto (2017) el método racional de análisis se diferencia por su enfoque en la lógica y la deducción, lo que puede llevar a los investigadores a la construcción de nuevas teorías. Tal enfoque, se basa en la premisa de que el conocimiento científico debe de ser corroborado a través de la experiencia y la lógica deductiva, por lo tanto, debe aceptarse la temporalidad de los conocimientos para que éstos sean ajustados a los nuevos postulados teóricos.

En cuanto al fundamento epistemológico del método racional de análisis, debe de destacarse que éste se basa en la premisa de que el conocimiento científico se construye por medio de la observación empírica, la experimentación bajo un proceso de razonamiento bien sea este deductivo o inductivo. Rendón Rojas (2021) indican que el enfoque racional de análisis se contrapone a la aceptación sin discusión de dogmas o doctrinas tradicionales, sino que, por el contrario, busca fomentar una actitud crítica, pero sobre todo una reflexión ante lo que se considera un conocimiento válido.

De manera específica, la epistemología racionalista plantea que el conocimiento ha de ser respaldado tanto con evidencias empíricas como con argumentos lógicos, y es la combinación de ambos elementos lo que permite la comprensión a profundidad y de forma objetiva sobre una realidad dada. La filosofía de la ciencia indica que la epistemología racionalista presenta características distintivas que se basan principalmente en el énfasis que este enfoque racionalista pone sobre la normatividad epistémica, la cual se entiende

como la evaluación comparativa de supuestos hipotéticos que en su mayoría se respalda en evidencia disponible.

La racionalidad epistémica implica, además, la disposición para revisar y ajustar los postulados teóricos disponibles en función de nueva evidencia, contribuyendo de esta manera al desarrollo del conocimiento científico por medio de la actualización de datos que lo respalden. Caamaño Alegre (2015) indican que el método racional de análisis encuentra sustento en una epistemología que valora la objetividad tanto como la coherencia lógica y la capacidad de autocorrección, y subraya que es precisamente este enfoque lo que permite que los investigadores aborden problemas considerados complejos de una forma efectiva que integra además distintas perspectivas que pueden derivar en soluciones innovadoras respaldadas en evidencia.

En el presente estudio, el método racional de análisis en la presente investigación se expresa en la matriz de congruencia, la cual muestra la alineación entre las preguntas de investigación, las hipótesis, los objetivos generales y específicos, y las variables estudiadas. Esta estructura facilita la identificación de posibles inconsistencias o lagunas en el diseño de la investigación, lo cual reviste importancia para determinar la validez y fiabilidad de los resultados.

El método racional se distingue por su capacidad para dividir un fenómeno considerado complejo en elementos de fácil manejo, lo que deriva en un análisis con mayor precisión sobre cada componente del proceso de investigación. En este contexto, según Huberman (2014) las competencias metacognitivas permiten a los investigadores reflexionar sobre su propio proceso de pensamiento y ajustar sus estrategias de análisis según sea necesario.

En vista de lo anterior, en el esquema de la presente investigación, la investigadora ha considerado las competencias metacognitivas al diseñar una matriz de congruencia que no solo organiza la información, sino que también permite una reflexión respecto a la relación entre los diferentes componentes del estudio. De manera que, el análisis racional se expresa en la matriz de congruencia que organiza preguntas de investigación, hipótesis, objetivos y variables.

3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.

Las pruebas se llevaron a cabo en condiciones controladas para minimizar posibles sesgos y garantizar la consistencia de los resultados. Los datos generales recolectados se procesaron bajo un análisis estadístico a fin de examinar la relación entre la adaptación de Copilot y el desarrollo del pensamiento crítico, correspondiendo valorar por medio de estos la relación entre las variables, aportando así evidencia empírica respecto a la influencia de Copilot en el contexto educativo del CCH Oriente.

Para llevar a cabo la recolección de datos haciendo uso de encuestas y pruebas estandarizadas, se deben seguir ciertos procedimientos que aseguren la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. En primer lugar, es necesario el diseño del cuestionario, en el cual se aborden específicamente la variable independiente, es decir, la adaptación de Copilot, considerando en esta acción el uso de un lenguaje accesible para su comprensión efectiva.

Una vez desarrollados los cuestionarios, se deben preparar y administrar las pruebas estandarizadas que medirán el desarrollo del pensamiento crítico, la variable dependiente de esta investigación. Estas pruebas deben estar alineadas con los estándares educativos vigentes para garantizar que los resultados sean representativos.

3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.

En el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), la asignatura de Química se imparte en los siguientes ciclos:

Química I: Se imparte en el primer semestre.

Química II: Se imparte en el segundo semestre.

Química III y Química IV: Son asignaturas optativas que se imparten en el quinto y sexto semestre, respectivamente. Estas asignaturas contribuyen al desarrollo del pensamiento científico y crítico del alumno, buscando la mejor comprensión de fenómenos relacionados con la química como área específica de la ciencia.

Para abordar los objetivos de esta investigación, se seleccionó un método de muestreo estratificado que abarcó con precisión las características de la población de estudio, conformada por 100 estudiantes que recibían la asignatura de química distribuidos en 4 grupos (obligatorias). Dado que la investigación buscó personalizar el uso de Copilot para fomentar el pensamiento crítico en estos alumnos, el muestreo estratificado fue la estrategia más apropiada, ya que permitió dividir la población en subgrupos homogéneos para realizar una selección proporcional de cada estrato, garantizando que se captarán las diversas experiencias de los estudiantes.

El muestreo estratificado requirió identificar los estratos dentro de la población de estudio. En este caso, se organizaron 3 estratos:

1. Estrato basado en el rendimiento académico general,
2. Estrato basado en el rendimiento en la asignatura de química.
3. Estrato basado en la familiaridad con el uso de tecnologías educativas.

Esta estratificación aseguró que todas las subpoblaciones importantes estuvieran representadas en la muestra, lo que facilitó una evaluación más precisa de cómo Copilot podía ser personalizado y empleado para promover el pensamiento crítico.

Una vez definidos los estratos, se procedió a seleccionar aleatoriamente a los participantes dentro de cada grupo. Este proceso implicó determinar la proporción de estudiantes a incluir de cada estrato, lo que garantizó que la muestra fuera representativa de toda la población de 100 estudiantes. Partiendo de que los grupos estaban distribuidos de forma homogénea: Grupo A con 25 estudiantes, Grupo B con 25 estudiantes, Grupo C con 25 estudiantes y Grupo D con 25 estudiantes, se procedió a determinar el tamaño de la muestra total.

Para este cálculo se utilizó un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Aplicando la fórmula de la muestra para poblaciones finitas, se obtuvo un tamaño de muestra aproximado de 80 estudiantes. Para esto se hizo uso de la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra en poblaciones finitas:

Figura 3. Fórmula para el cálculo de la muestra.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

(n) es el tamaño de la muestra.

(N) es el tamaño de la población (100 estudiantes).

(Z) es el valor crítico correspondiente al nivel de confianza (para un 95%, (Z = 1.96).

(p) es la proporción esperada (se asume 0.5 si no se tiene información previa).

(E) es el margen de error (0.05).

Sustituyendo los valores en la fórmula:

Figura 4. Desarrollo de la fórmula para el cálculo de la muestra.

$$n = \frac{100 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{0.05^2 \cdot (100 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}$$

$$n = \frac{100 \cdot 3.8416 \cdot 0.25}{0.0025 \cdot 99 + 3.8416 \cdot 0.25}$$

$$n = \frac{96.04}{0.2475 + 0.9604}$$

$$n = \frac{96.04}{1.2079}$$

$$n \approx 79.5$$

Redondeando al número entero más cercano, se obtiene que el tamaño de la muestra es de 80 estudiantes. Este tamaño de muestra se distribuirá proporcionalmente

entre los cuatro grupos, manteniendo la representatividad de cada estrato en la muestra final.

El siguiente paso fue calcular la muestra para cada estrato. Dado que los grupos son de igual tamaño, la muestra se distribuyó equitativamente. Por lo tanto, cada grupo aportó 20 estudiantes a la muestra total. Este cálculo se realizó multiplicando el tamaño de cada grupo por el factor de proporcionalidad, que en este caso es 0.8 (80/100). Así, para cada grupo (A, B, C y D), la muestra fue de 20 estudiantes, e incluyó a los 3.

Por medio de la división de la población en subgrupos homogéneos (estratos), y la toma de muestras aleatorias en cada uno de estos estratos se aseguró que todas las subpoblaciones estuvieran representadas. Por otro lado, los criterios de inclusión determinados incluyeron estudiantes inscritos en el curso de química del CCH Oriente al momento de recolectar los datos, ya que estos alumnos representan el grupo objetivo principal para la implementación de la herramienta Copilot. De manera más puntual, se buscó incluir a estudiantes que mostraban disposición inicial para participar en actividades de pensamiento crítico y que tuvieran acceso a dispositivos tecnológicos necesarios para interactuar con el chatbots.

Por otro lado, en los criterios de exclusión se consideró eliminar cualquier factor que pudiera comprometer la integridad de los resultados. Se excluyeron aquellos estudiantes que no estaban inscritos en el curso de química, ya que su participación no proporcionaría datos relevantes para el objetivo del estudio.

También se excluyeron estudiantes que no contaban con acceso a los dispositivos tecnológicos necesarios, ya que la falta de estos recursos limitaría la interacción efectiva con el chatbots Copilot. Asimismo, se excluyen aquellos estudiantes que no mostraban interés o disposición para participar en actividades de pensamiento crítico, ya que su falta de compromiso podría sesgar los resultados.

La selección de la muestra también consideró la diversidad de los estudiantes en términos de género, nivel socioeconómico y antecedentes académicos, ello con el fin de evitar sesgo de investigación. Lo anterior, permite que los resultados del estudio apunten

a su capacidad de generalización, buscando asegurar que la muestra incluyera estudiantes con diferentes niveles de habilidad en química, para así evaluar cómo Copilot puede adaptarse a distintas necesidades y niveles de competencia.

3.3. Trabajo de campo (o Presentación de evidencias, si corresponde).

En esta investigación, el trabajo de campo se llevó a cabo durante seis meses, enfocado en la aplicación y evaluación del uso de la herramienta de inteligencia artificial Copilot en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente. Esta etapa permitió observar y analizar el comportamiento y las percepciones de los estudiantes en un contexto naturalizado, asegurando la validez y pertinencia de los datos a través de instrumentos diseñados cuidadosamente y aplicados bajo condiciones controladas, facilitando así un análisis riguroso y contextualizado del impacto de la IA en el proceso educativo.

3.3.1. Aplicación de los instrumentos.

Los cuestionarios y pruebas se administraron de manera simultánea, facilitando el análisis de los datos. Los resultados obtenidos fueron almacenados de forma segura para proteger la confidencialidad de los participantes, buscando evitar cualquier tipo de manipulación o pérdida de información.

Dado que la mayoría de los estudiantes son menores de edad, es imprescindible obtener el consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales antes de proceder con la recolección de datos. Este consentimiento incluyó una explicación del propósito de la investigación, los procedimientos a seguir, los derechos y normas de privacidad sobre los datos brindados por los participantes, contribuyendo así a la transparencia y ética del estudio.

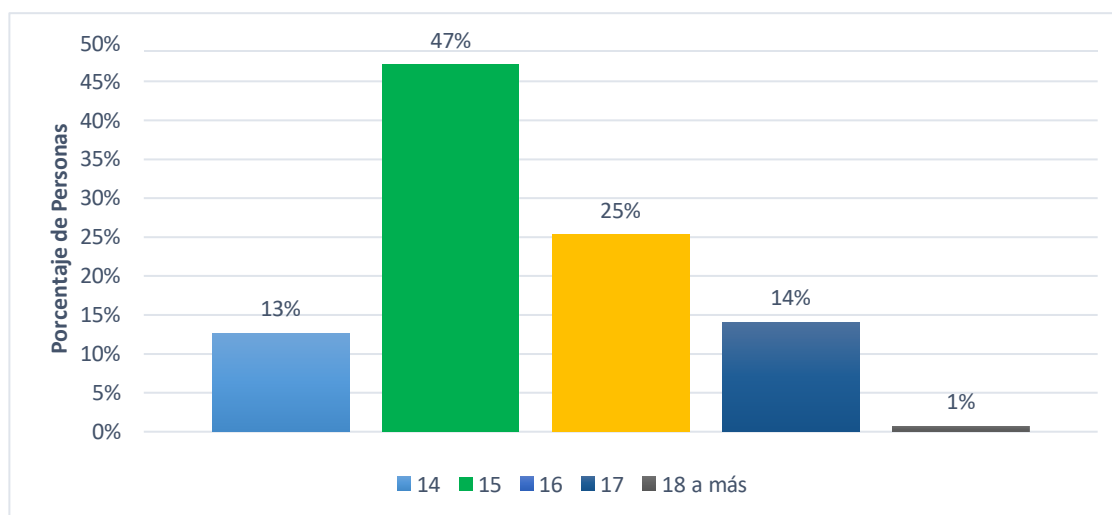
3.3.2. Procesamiento de la información.

Los datos recolectados fueron a análisis estadísticos para determinar la relación entre la adaptación de Copilot y el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Estos análisis proporcionaron evidencia empírica respecto a la efectividad de Copilot en el contexto educativo del CCH Oriente.

3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.

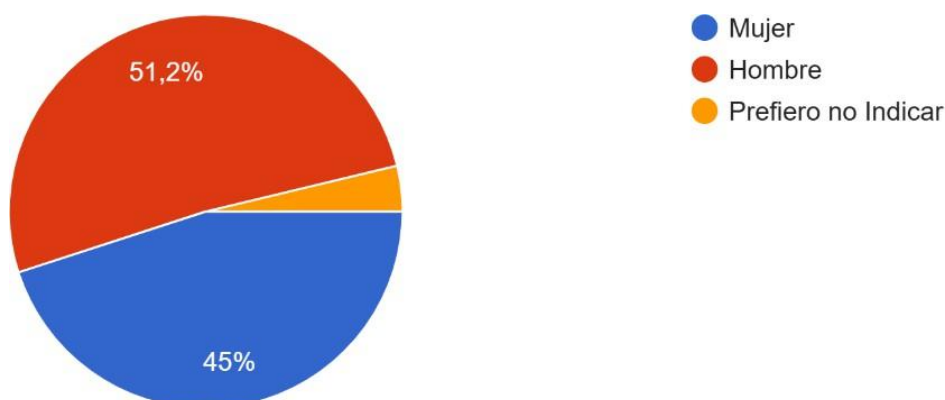
La gráfica 1 ilustra la distribución de edades y los porcentajes correspondientes en la investigación "Adaptación de Copilot para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente". La mayoría de los encuestados, un 47%, tienen 15 años, seguidos por los de 16 años con un 25%, las edades de 14 y 17 años representan el 13% y 14% respectivamente, mientras que aquellos de 18 años o más constituyen tan solo un 1% de la muestra. Este desglose etario de los estudiantes participantes es relevante para contextualizar los resultados del cuestionario y ajustar las estrategias pedagógicas a las necesidades identificadas de cada grupo etario. Por lo tanto, a esto se suma la importancia de considerar las características demográficas en el análisis educativo.

Gráfica 1. Edad



La gráfica 2, presenta la distribución de los participantes, divididos en tres categorías de género: femenino, masculino y prefiero no indicar, los datos muestran que el 42% de los encuestados se identifican como masculinos, seguidos por un 32% que no desean especificar su género, mientras que el 26% restante corresponde a participantes femeninos. Esta distribución permite obtener una comprensión clara de la representatividad de cada grupo dentro de la muestra estudiada. Por lo tanto, esta información es relevante para interpretar adecuadamente los resultados de la investigación y ajustar las estrategias pedagógicas conforme a las necesidades identificadas en cada grupo demográfico.

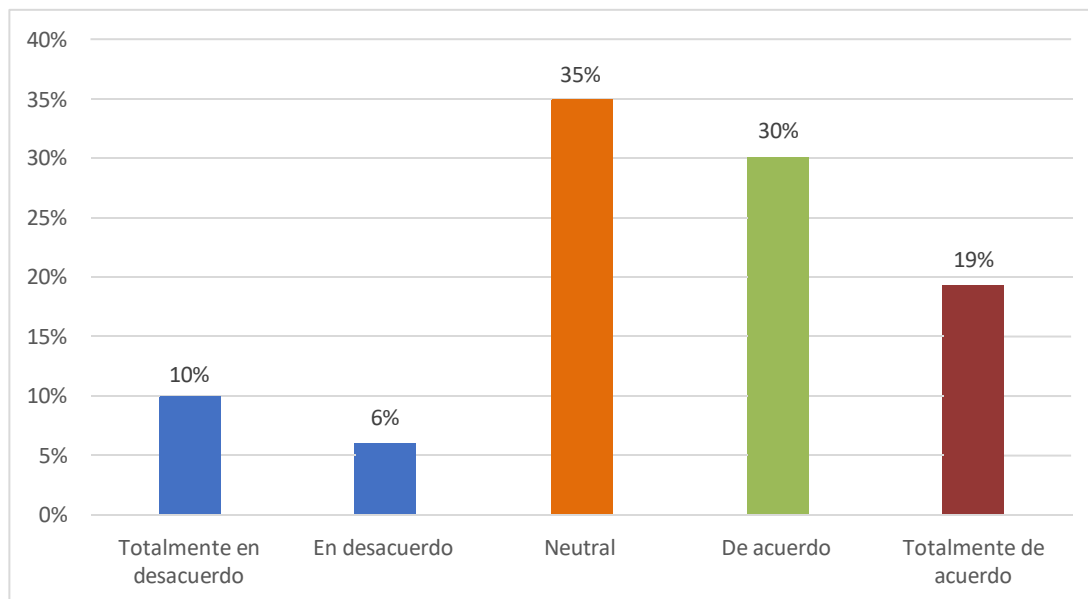
Gráfica 2. Sexo



Dimensión 1: Adaptación de Copilot a las necesidades de los estudiantes

La gráfica 3, indica que el 35% de los encuestados mantienen una postura neutral, mientras que el 30% manifiestan acuerdo, un 19% de los participantes se muestran totalmente de acuerdo con el enunciado presentado. Sin embargo, un 10% se declaran totalmente en desacuerdo y un 6% en desacuerdo, estos resultados proporcionan una evaluación clara de las percepciones de los encuestados sobre el tema en cuestión, en esta línea, permiten una comprensión precisa de las actitudes de los participantes hacia el tema planteado.

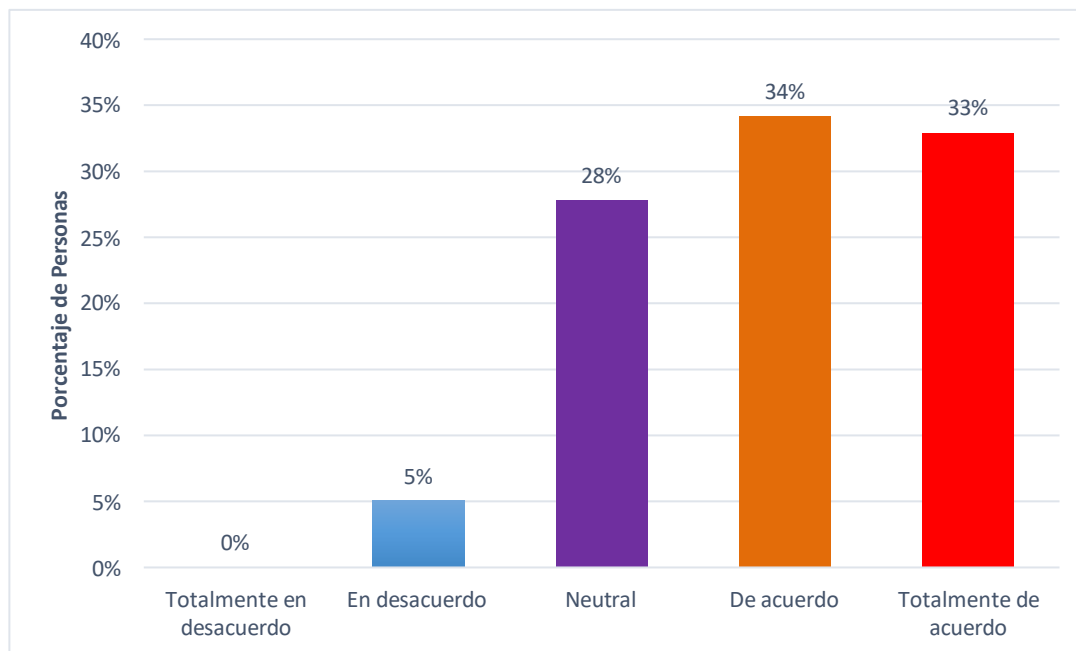
Gráfica 3. Copilot se adapta fácilmente a mis necesidades de aprendizaje.



La gráfica 4, ilustra una distribución de las respuestas de los participantes sobre una afirmación específica, organizada en cinco categorías de respuesta, se observa que ninguna respuesta se ubicó en la categoría de "Totalmente en desacuerdo", mientras que un pequeño porcentaje, específicamente el 5%, mostró desacuerdo con la afirmación. Por otro lado, la categoría de respuestas neutrales agrupa el 28% de las respuestas, indicando una importante proporción de participantes que no se inclinan ni a favor ni en contra de la afirmación planteada. No obstante, la mayor concentración de respuestas se encuentra en las categorías de "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo", que representan el 34% y el 33% de las respuestas, respectivamente.

Desde una perspectiva estadística, estos resultados reflejan una predominancia de opiniones favorables hacia la afirmación, con una proporción notablemente baja de desacuerdo, de modo que la considerable cantidad de respuestas neutrales también indica una variabilidad moderada en las opiniones, lo que puede implicar que algunos encuestados no tienen una postura firme al respecto, en esta medida, la ausencia de respuestas en la categoría de "Totalmente en desacuerdo" y el bajo porcentaje en "En desacuerdo" reforzando la interpretación de una opinión generalmente positiva sobre la afirmación evaluada.

Gráfica 4. Las respuestas son relevantes para mis preguntas de química

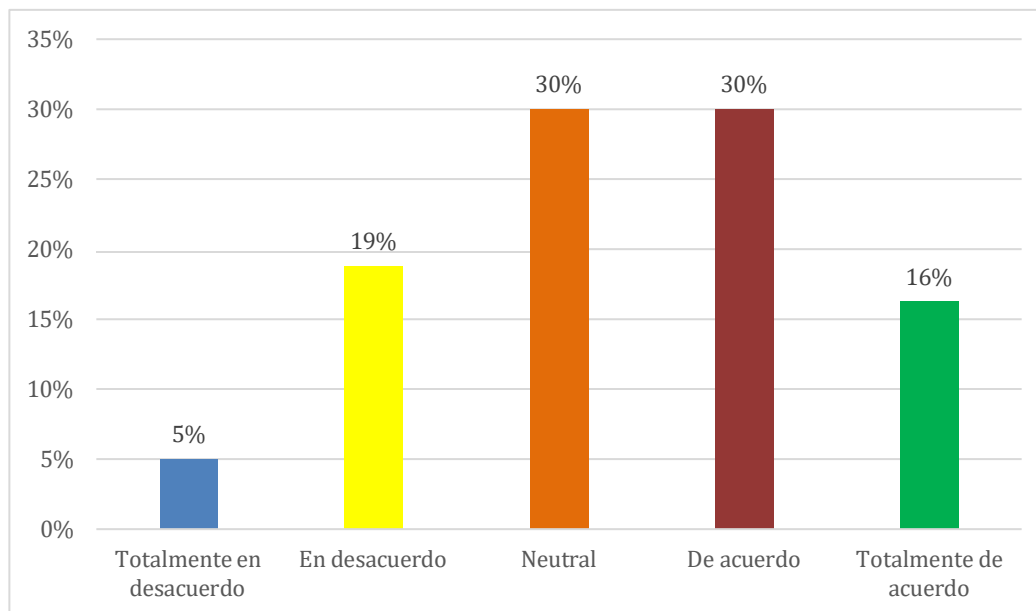


La gráfica 5 refleja la distribución de respuestas de los participantes en una encuesta sobre un tema no especificado, los datos muestran que un 5% de los encuestados están "Totalmente en desacuerdo" y un 19% están "En desacuerdo". Un 30% de los participantes se encuentran en una posición "Neutral", mientras que otro 30% está "De acuerdo". Finalmente, un 16% de los encuestados se muestran "Totalmente de acuerdo" con la afirmación evaluada.

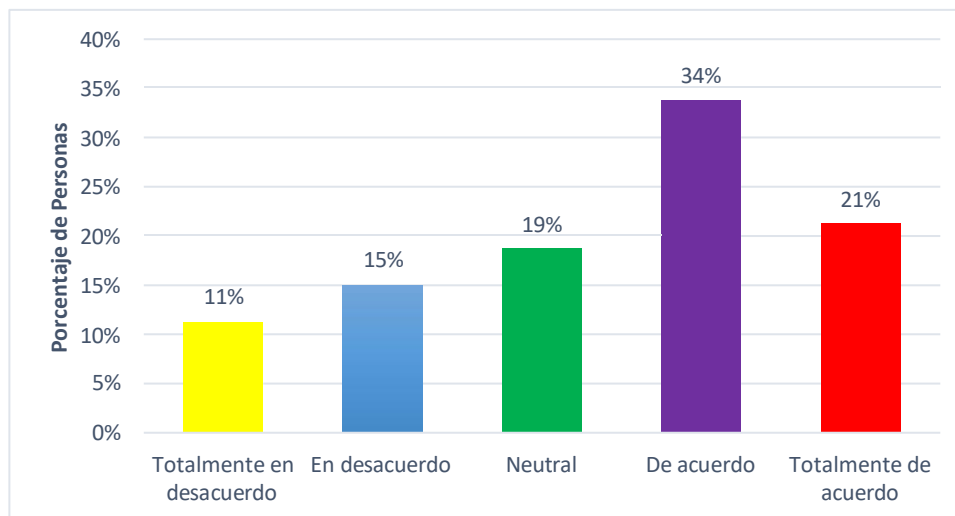
Al observar estas cifras, se puede deducir que la mayoría de los participantes se posicionan en una zona de aceptación o neutralidad respecto al tema en cuestión, la proporción relativamente alta de respuestas neutrales y de acuerdo sugiere que los encuestados no tienen opiniones fuertemente polarizadas.

Aunque hay una minoría que expresa desacuerdo, la tendencia general apunta hacia una actitud positiva, esto puede reflejar una comprensión compartida o aceptación del tema entre la mayoría de los participantes.

Gráfica 5 Copilot personaliza su asistencia según mi nivel de conocimiento.



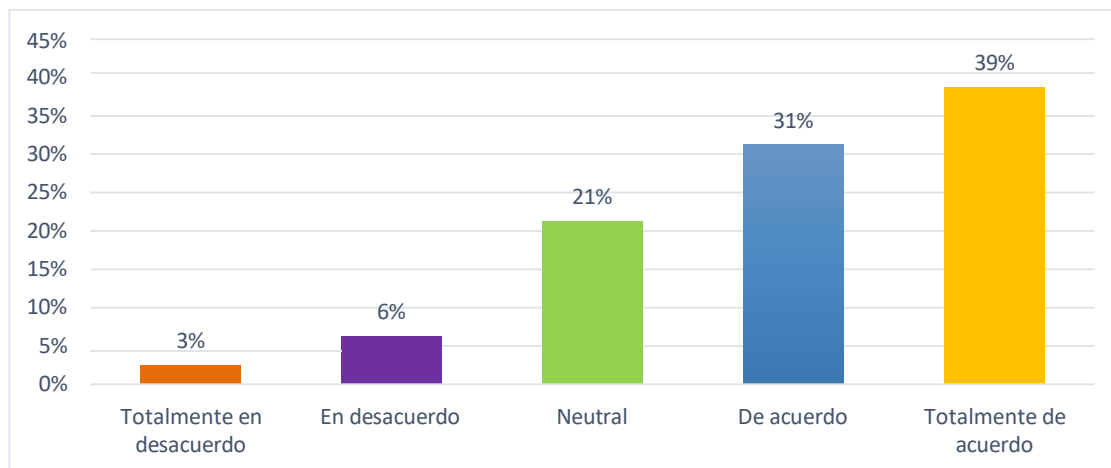
La gráfica 6, presenta una distribución de opiniones sobre un tema dividido en cinco categorías: "Totalmente en desacuerdo" (11%), "En desacuerdo" (15%), "Neutral" (19%), "De acuerdo" (34%) y "Totalmente de acuerdo" (21%). Los datos indican que la mayoría de los encuestados, un 34%, están "De acuerdo" con la afirmación, seguidos por un 21% que están "Totalmente de acuerdo", esta tendencia muestra una clara inclinación hacia el acuerdo, con más de la mitad de los participantes (55%) expresando algún nivel de conformidad con la afirmación evaluada. Por otro lado, las respuestas negativas representan un 26% en total, con un 11% "Totalmente en desacuerdo" y un 15% "En desacuerdo". La categoría neutral, que agrupa al 19% de los encuestados, sugiere que una parte de los participantes no tiene una opinión firme hacia un lado u otro.

Gráfica 6. Siento que entiende mis dificultades en química

La gráfica 7, muestra los resultados de una encuesta sobre un tema no especificado, dividida en cinco categorías de respuesta. Los datos revelan que la mayoría de los encuestados, con un 39%, están "Totalmente de acuerdo" con la afirmación planteada, seguido de un 31% que están "De acuerdo". Esta distribución sugiere una inclinación significativa hacia la aceptación o el apoyo a la afirmación, con un 70% de los participantes en conjunto manifestando acuerdo o fuerte acuerdo. Esto indica una fuerte tendencia positiva en las opiniones de los encuestados.

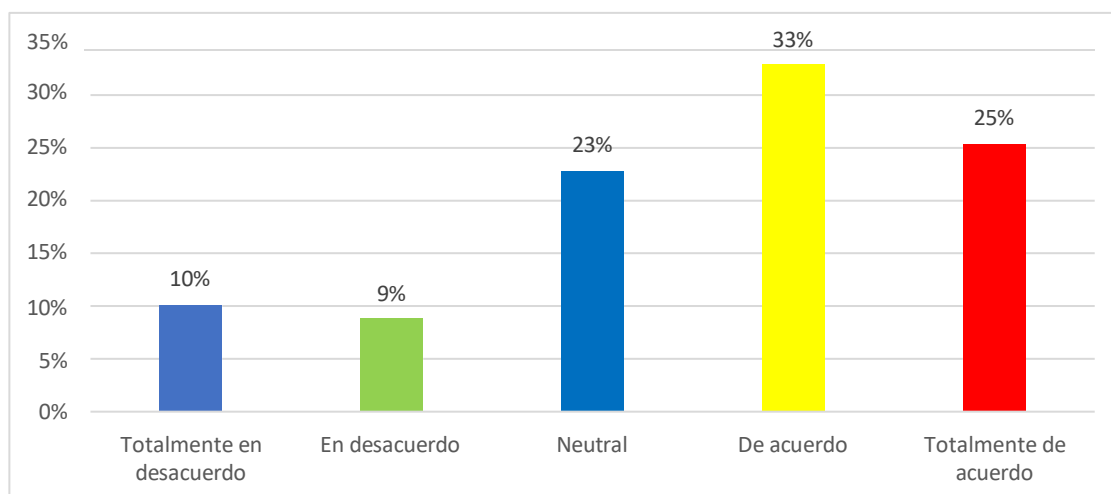
Por otro lado, un porcentaje de los encuestados se muestra en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, representando solo un 9% del total (3% y 6% respectivamente), un 21% de los encuestados se posiciona de manera neutral, sin mostrar inclinación hacia el acuerdo o desacuerdo. Esta distribución equilibrada entre las respuestas neutrales y los desacuerdos menores resalta la predominancia de una percepción positiva, sugiriendo que la afirmación planteada cuenta con una aceptación general entre la mayoría de los participantes de la encuesta.

Gráfica 7. Proporción de ejemplos claros y útiles



De acuerdo con la gráfica 8, un 33% de los participantes está de acuerdo y un 25% está totalmente de acuerdo, sumando un total del 58% de respuestas favorables, esto sugiere que más de la mitad de los encuestados consideran que Copilot contribuye efectivamente a su comprensión de los conceptos de química. Sin embargo, un 23% de los participantes se mantiene neutral, lo cual podría indicar una percepción indiferente o una necesidad de más interacción para valorar completamente la herramienta, mientras un 19% de los encuestados está en desacuerdo en algún grado, lo que muestra que existe un pequeño grupo que no percibe una mejora en su comprensión de los conceptos de química a través del uso de Copilot.

Gráfica 8. La interacción con Copilot mejora mi comprensión de los conceptos de química

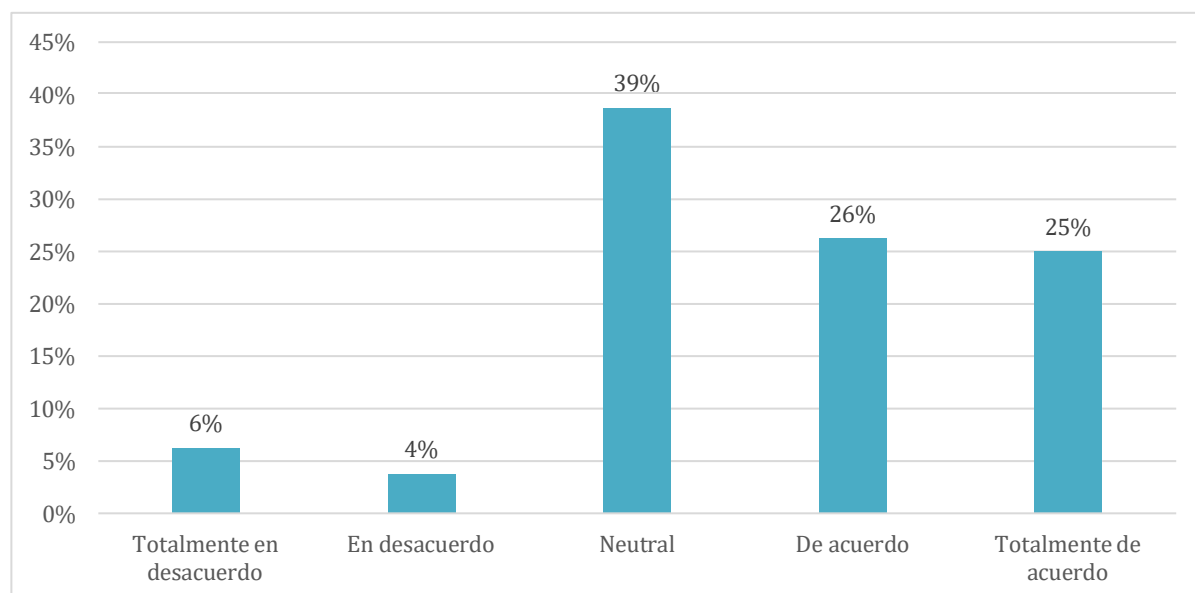


La categoría "Neutral" obtuvo el porcentaje más alto con un 39%, lo que sugiere que una parte de los participantes no tiene una opinión clara sobre si el lenguaje se ajusta a su nivel de comprensión. Por otro lado, un 26% de los encuestados está de acuerdo y un 25% está totalmente de acuerdo con la afirmación, indicando que más de la mitad de los participantes consideran que el lenguaje utilizado es adecuado.

La mayor proporción de respuestas neutrales (39%) sugiere que una parte considerable de los participantes carece de una opinión clara respecto a la adecuación del lenguaje a su nivel de comprensión. En esta línea, el 26% de los encuestados está de acuerdo y el 25% totalmente de acuerdo con la afirmación, lo que indica que más de la mitad de los participantes consideran adecuado el uso del lenguaje empleado.

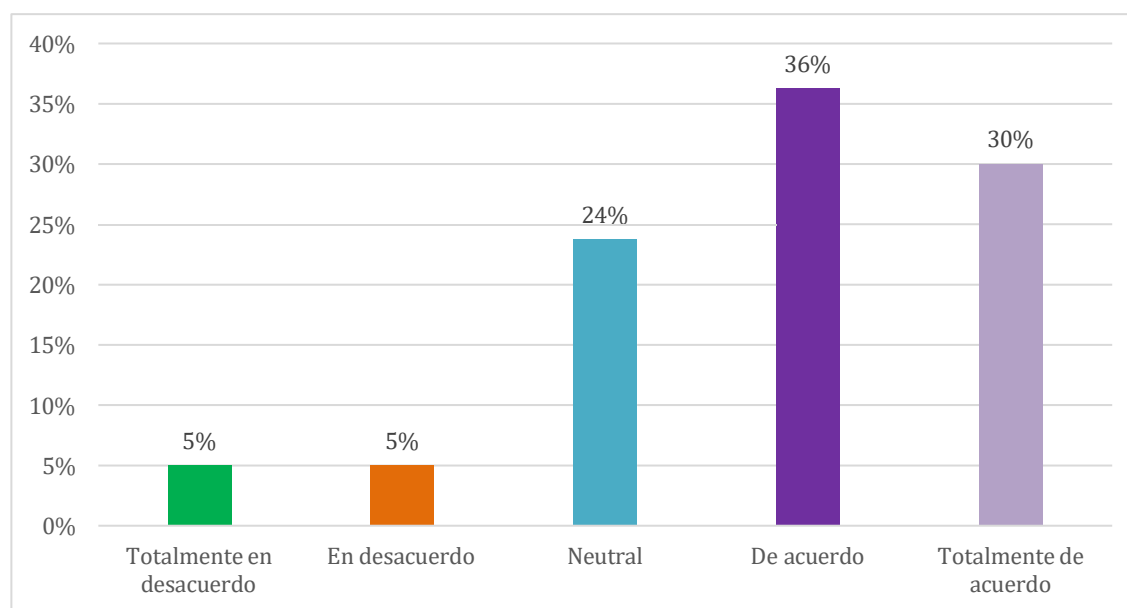
Sin embargo, un pequeño porcentaje de los encuestados expresó desacuerdo, esto se encuentra expuesto en el 6% quienes está totalmente en desacuerdo y un 4% está en desacuerdo, lo que muestra que hay una minoría que siente que el lenguaje no se ajusta a su nivel de comprensión, esto percibe que el lenguaje es adecuado, por tanto, existe una oportunidad para mejorar y asegurar que todos los usuarios encuentren el contenido comprensible. (gráfica 9)

Gráfica 9. Ajusta su Lenguaje a mi nivel de Comprensión



Un 36% de los encuestados indicó estar de acuerdo, mientras que un 30% señaló estar totalmente de acuerdo, acumulando así un total del 66% de respuestas favorables (gráfica 10) Este dato sugiere que la mayoría de los participantes valora positivamente las sugerencias proporcionadas para su aprendizaje, sin embargo, un 24% de los encuestados se mantuvo neutral, lo que podría denotar una falta de opinión firme al respecto o la necesidad de que las sugerencias sean más personalizadas para atender mejor a sus necesidades específicas. Por otro lado, un 5% de los encuestados manifestó estar en desacuerdo y otro 5% estar totalmente en desacuerdo, lo cual indica que existe un margen de mejora en la forma en que se ofrecen dichas sugerencias, estos resultados son alentadores, aunque también revelan áreas potenciales para optimizar la efectividad de las sugerencias de aprendizaje.

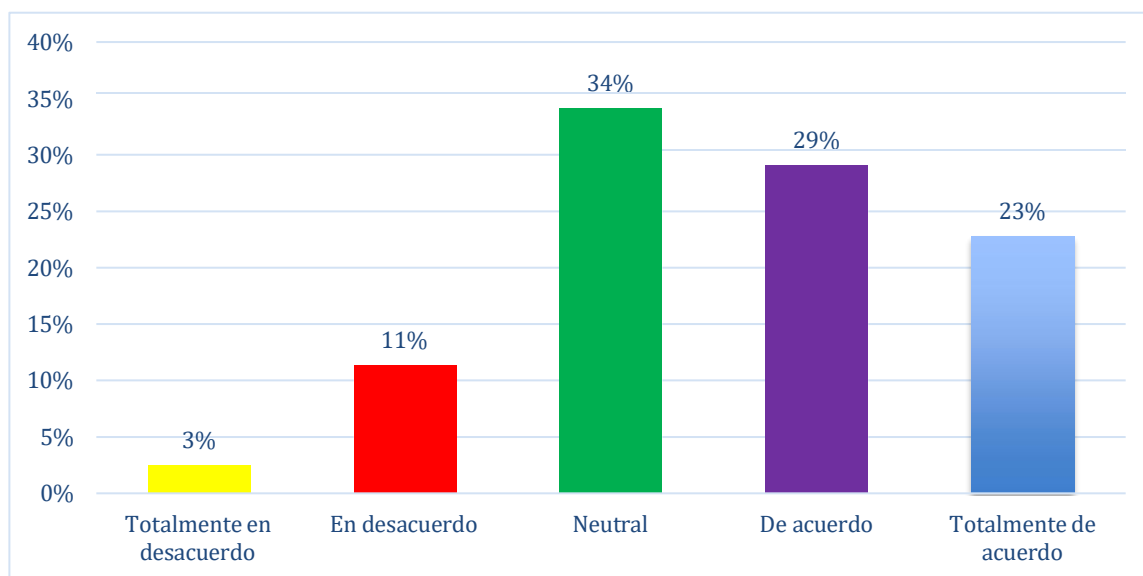
Gráfica 10. Las Sugerencias son útiles para mi aprendizaje



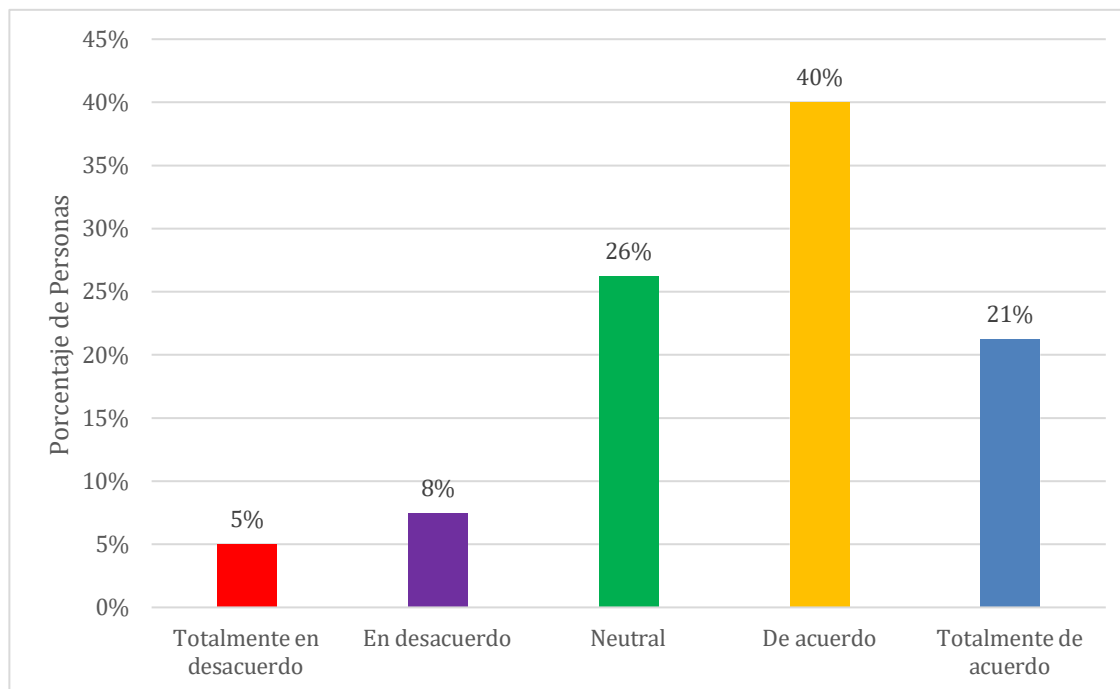
Los resultados de la encuesta sobre la afirmación "Me ayuda a identificar mis áreas de mejora en química" (gráfica 11.) revelan que más de la mitad de los encuestados (52%) considera que la herramienta es útil para este propósito, una proporción significativa (34%) se mantiene neutral, lo que sugiere que algunos usuarios aún no han formado una opinión clara al respecto, mientras un 14% de los encuestados está en desacuerdo, lo que indica que un grupo minoritario no encuentra útil la herramienta para identificar sus áreas de mejora en química. En general, mientras que la

mayoría valora positivamente la capacidad de la herramienta para ayudar en la identificación de áreas de mejora, hay un margen para optimizar la experiencia y personalización de las estrategias pedagógicas para asegurar que todos los estudiantes puedan beneficiarse de manera equitativa.

Gráfica 11. Me ayuda a identificar mis áreas de mejora en química



El 40% de los participantes está de acuerdo y un 21% está totalmente de acuerdo, sumando un total del 61% de respuestas favorables, esto indica que más de la mitad de los encuestados considera que la retroalimentación es específica y constructiva, lo que es un buen indicador de la efectividad de las sugerencias proporcionadas. Sin embargo, un 26% de los encuestados se mantiene neutral, lo que podría sugerir que algunos participantes no han experimentado suficientemente la retroalimentación como para formarse una opinión definitiva, mientras un pequeño porcentaje del 13% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, lo que sugiere que hay margen para mejorar la especificidad y constructividad de la retroalimentación ofrecida (gráfica 12)

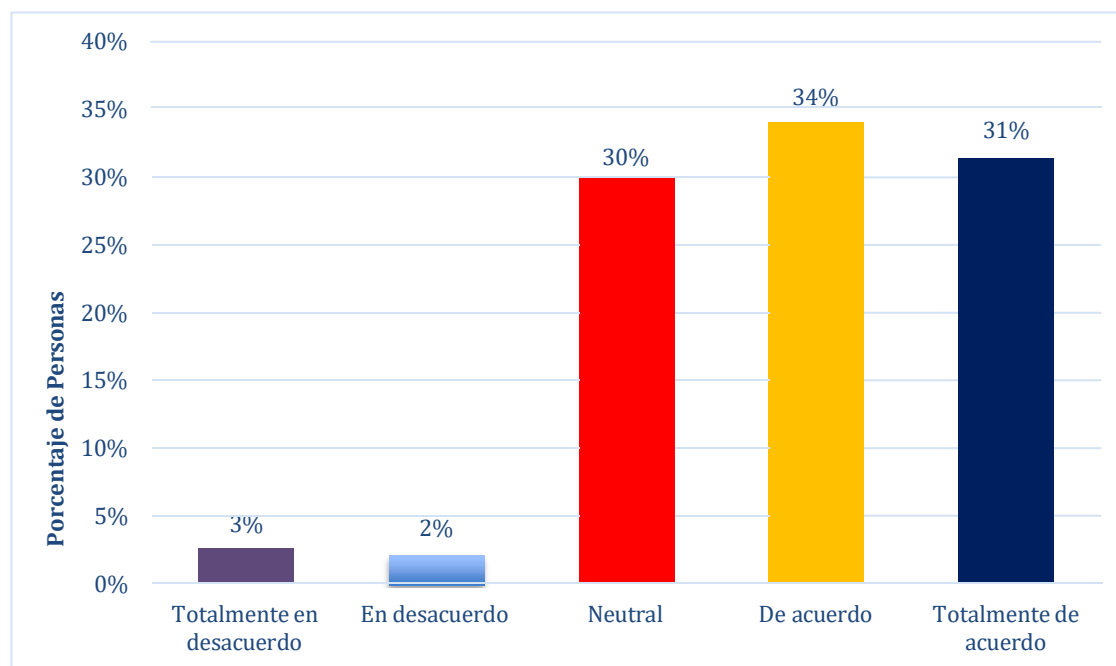
Gráfica 12. La retroalimentación es específica y constructiva**Dimensión 2: Manejo de preguntas de química por Copilot**

Los resultados de la encuesta muestran una percepción mayormente positiva sobre la capacidad para manejar preguntas complejas de química (gráfica 13). Las respuestas se distribuyen de la siguiente manera: el 34% de los encuestados está de acuerdo y el 31% está totalmente de acuerdo, sumando un total del 65% con una percepción favorable, este alto porcentaje refleja una confianza significativa en las habilidades para tratar temas complejos en química, lo cual puede ser un indicador de una buena preparación académica o de la eficacia de los métodos de enseñanza empleados.

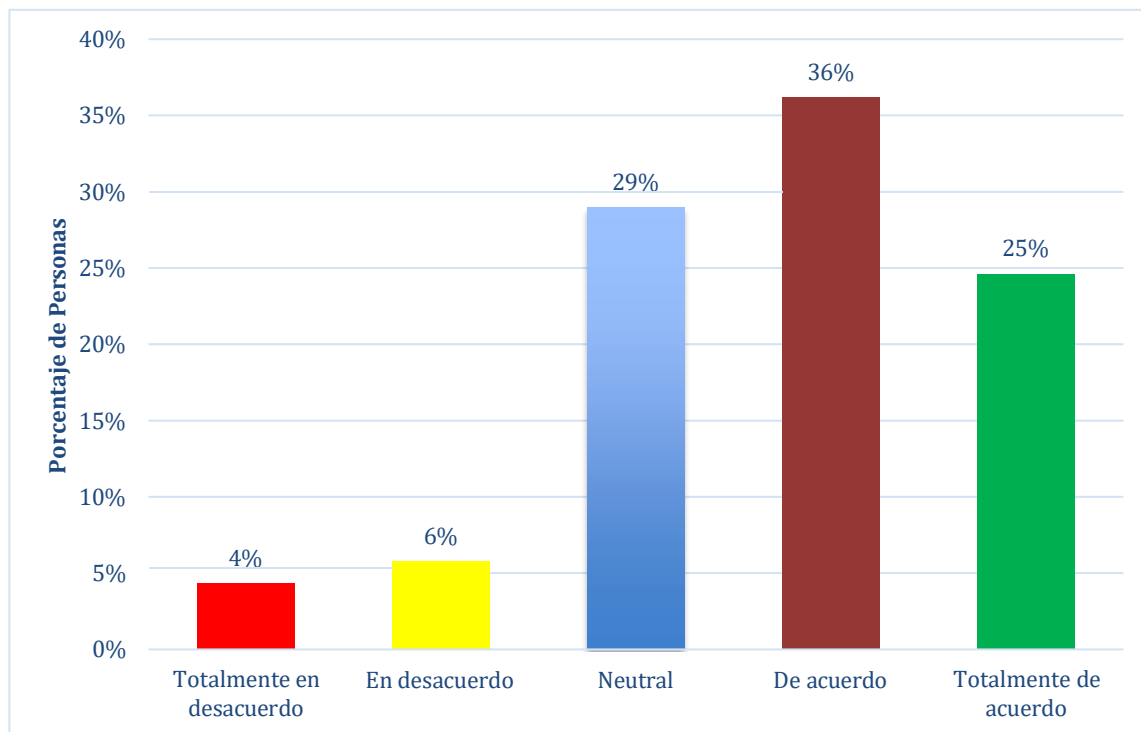
Sin embargo, también hay un 30% de respuestas neutrales, lo que sugiere que una proporción considerable de los encuestados no tiene una opinión definida al respecto, un 5% de los encuestados está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación, lo que podría señalar áreas de mejora en la formación o en el soporte brindado para el aprendizaje de la química. Estos resultados evidencian la necesidad de

continuar fortaleciendo las estrategias educativas para asegurar que todos los estudiantes desarrollen confianza en su capacidad para manejar preguntas complejas en el campo de la química.

Gráfica 13. Maneja adecuadamente preguntas complejas de química

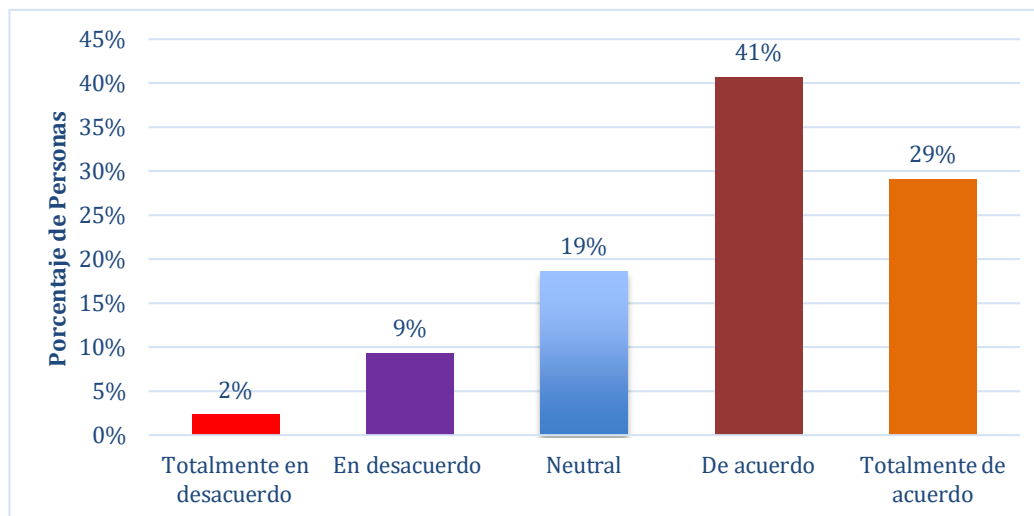


En la gráfica 14, el 36% de los participantes está de acuerdo y el 25% está totalmente de acuerdo, sumando un total del 61% con una valoración favorable, esta mayoría sugiere que, en general, los encuestados consideran que las respuestas son precisas y detalladas, lo cual puede reflejar un buen desempeño en la entrega de información clara y comprensible. Este resultado es un indicativo positivo de la calidad y fiabilidad de las respuestas proporcionadas, destacando la eficacia en la comunicación de información. Por otro lado, un 29% de los encuestados se mostró neutral, lo que indica una falta de opinión definida sobre la precisión y el detalle de las respuestas, el 10% de los participantes está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación, sugiriendo la presencia de áreas de mejora en la calidad de las respuestas.

Gráfica 14. Las respuestas son precisas y detalladas

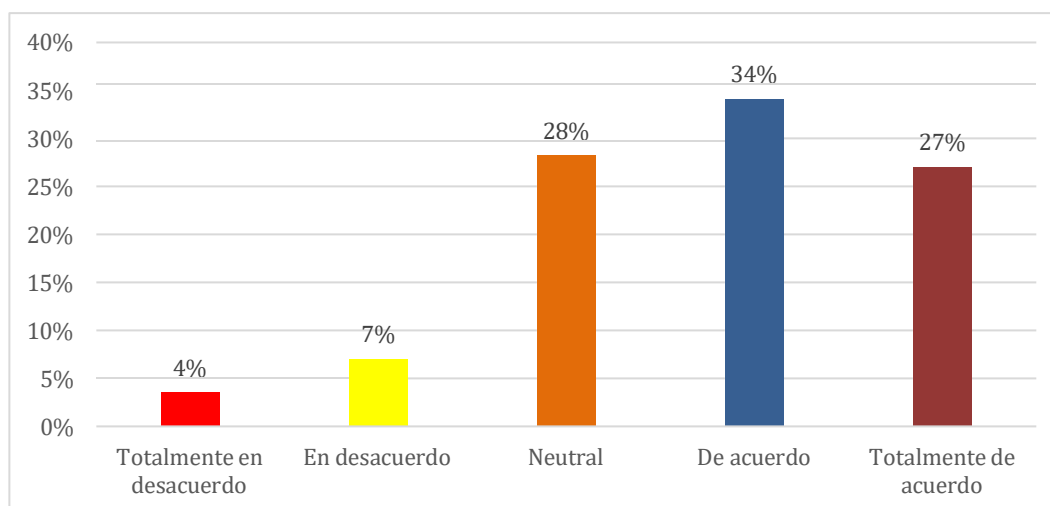
Los resultados de la gráfica 15, reflejan una percepción positiva acerca de la capacidad de Copilot para explicar conceptos difíciles de manera sencilla, la mayoría de los encuestados, representando el 70% (41% "De acuerdo" y 29% "Totalmente de acuerdo"), considera que Copilot tiene esta habilidad, lo cual indica una valoración favorable y un reconocimiento de su eficacia en la simplificación de temas complejos. Sin embargo, un 19% de los participantes se mantuvo neutral y un 11% expresó desacuerdo o total desacuerdo, lo que sugiere que, aunque la opinión general es positiva, existe un margen para mejorar aún más en la claridad y accesibilidad de las explicaciones ofrecidas.

Gráfica 15. Copilot puede explicar conceptos difíciles de manera sencilla.



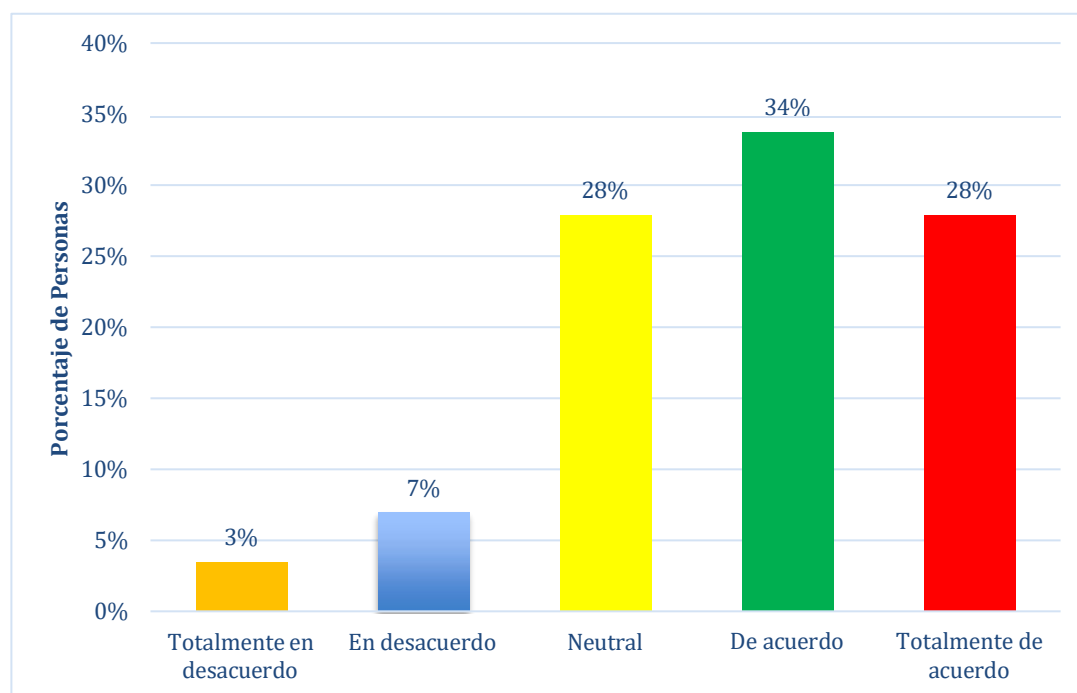
En la gráfica 16, se muestra que con un 34% de los encuestados de acuerdo y un 27% totalmente de acuerdo, sumando un 61% de aprobación, se evidencia que una mayoría significativa valora la inclusión de ejemplos prácticos en las respuestas. Sin embargo, un 28% de los participantes se mantiene neutral, mientras que un 11% en total está en desacuerdo, esto indica que, aunque la percepción general es favorable, existe margen para mejorar y asegurar que los ejemplos prácticos sean más relevantes y efectivos para todos los usuarios.

Gráfica 16. Las respuestas son consistentes con lo que he aprendido en clase.

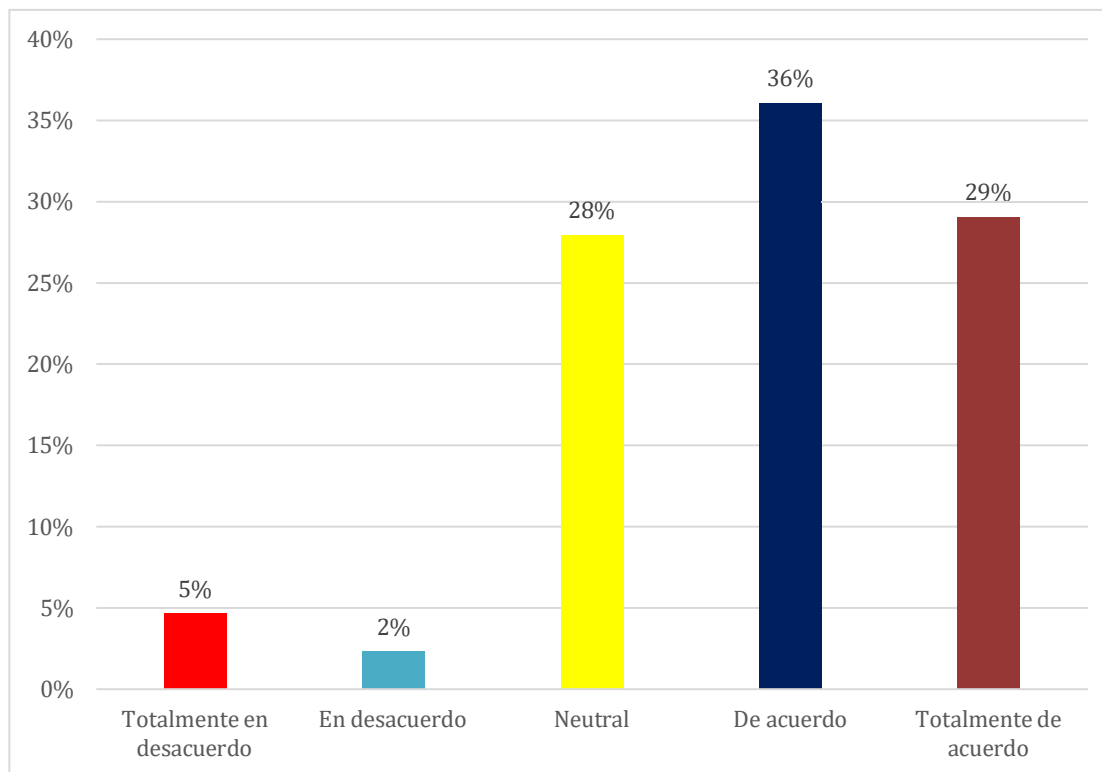


En la gráfica 17, se observa que el 34% de los encuestados está de acuerdo y el 28% está totalmente de acuerdo, sumando un total del 62%. Esto indica que una mayoría considera que las explicaciones son claras y fáciles de seguir. Sin embargo, un 28% de los encuestados se mantiene neutral, mientras que un 10% (7% en desacuerdo y 3% totalmente en desacuerdo) no comparte esta opinión.

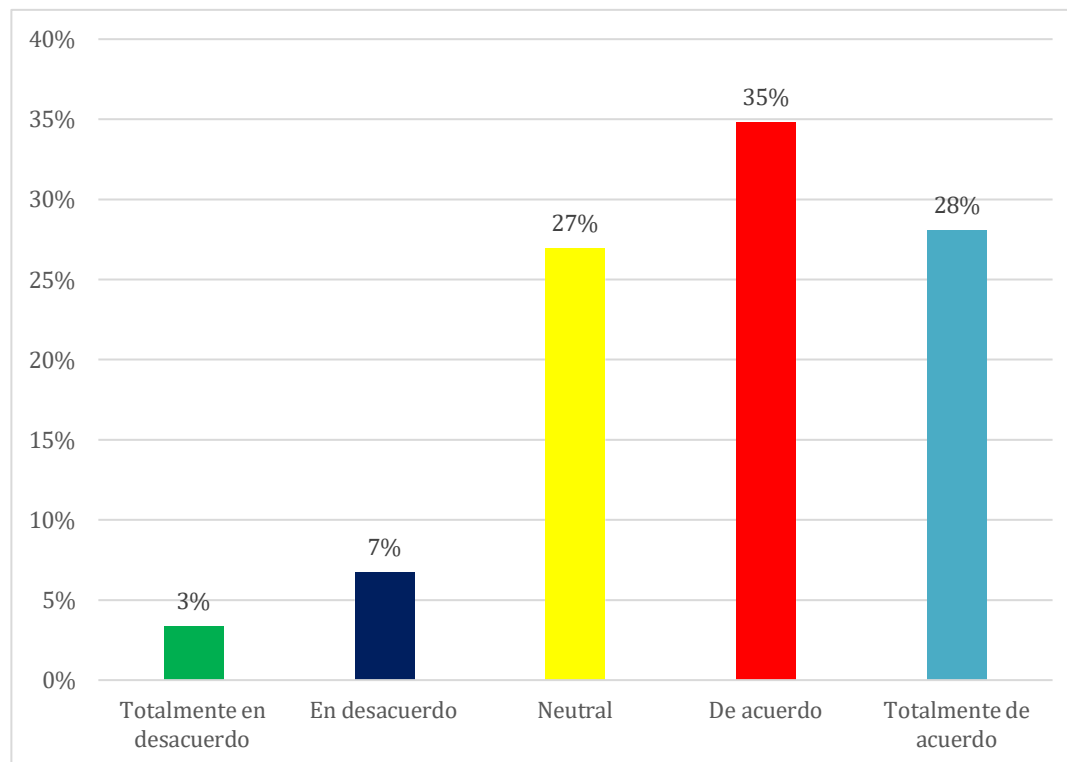
Gráfica 17. Proporciona ejemplos prácticos en sus respuestas



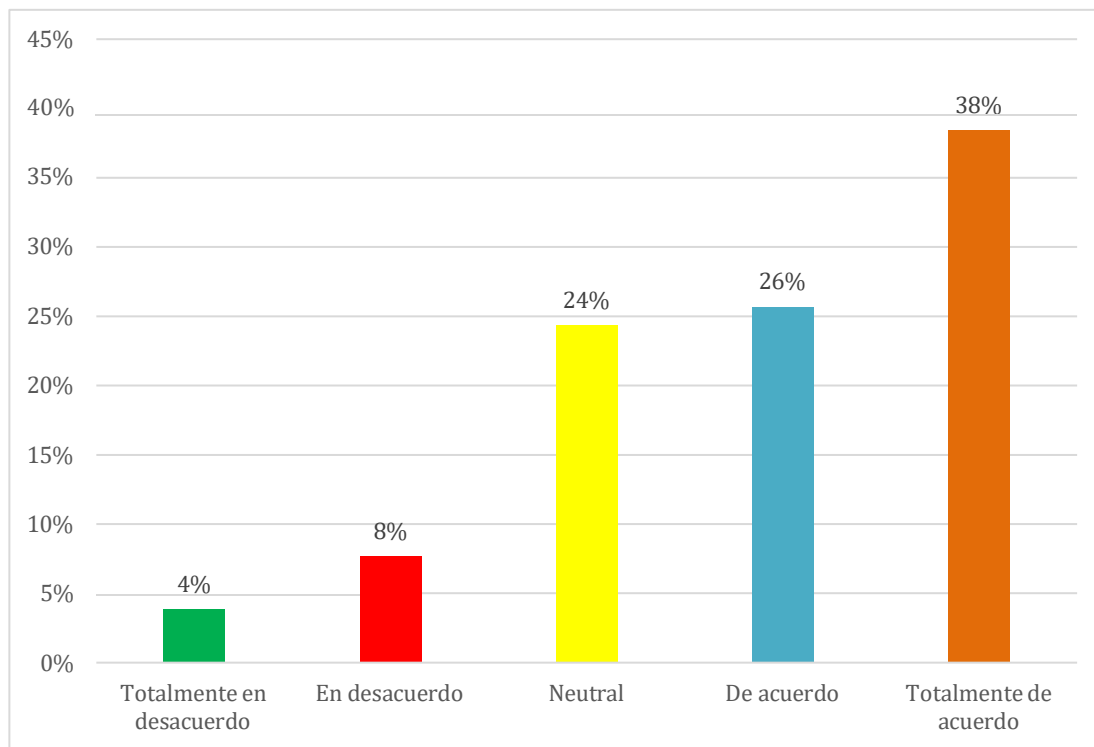
De acuerdo con la gráfica 18, un 36% de los encuestados de acuerdo y un 29% totalmente de acuerdo, sumando un total del 65%, se evidencia una apreciación general favorable, mientras un 28% de los participantes se mantiene neutral y un 7% en desacuerdo, lo que indica áreas de mejora potenciales en la capacidad para conectar conceptos de química de manera efectiva. En conjunto, estos resultados sugieren una confianza considerable en la habilidad para integrar conceptos químicos, aunque con margen para perfeccionar esta capacidad.

Gráfica 18. Las explicaciones de Copilot son fáciles de seguir

En la gráfica 19, se describe con un 35% de los encuestados de acuerdo y un 28% totalmente de acuerdo, se obtiene un 63% de aprobación, lo que resalta una apreciación predominante, un 27% de los participantes permaneció neutral, y un 10% en desacuerdo, lo cual sugiere que, aunque la mayoría percibe positivamente esta capacidad, aún hay un sector que no lo encuentra completamente efectivo.

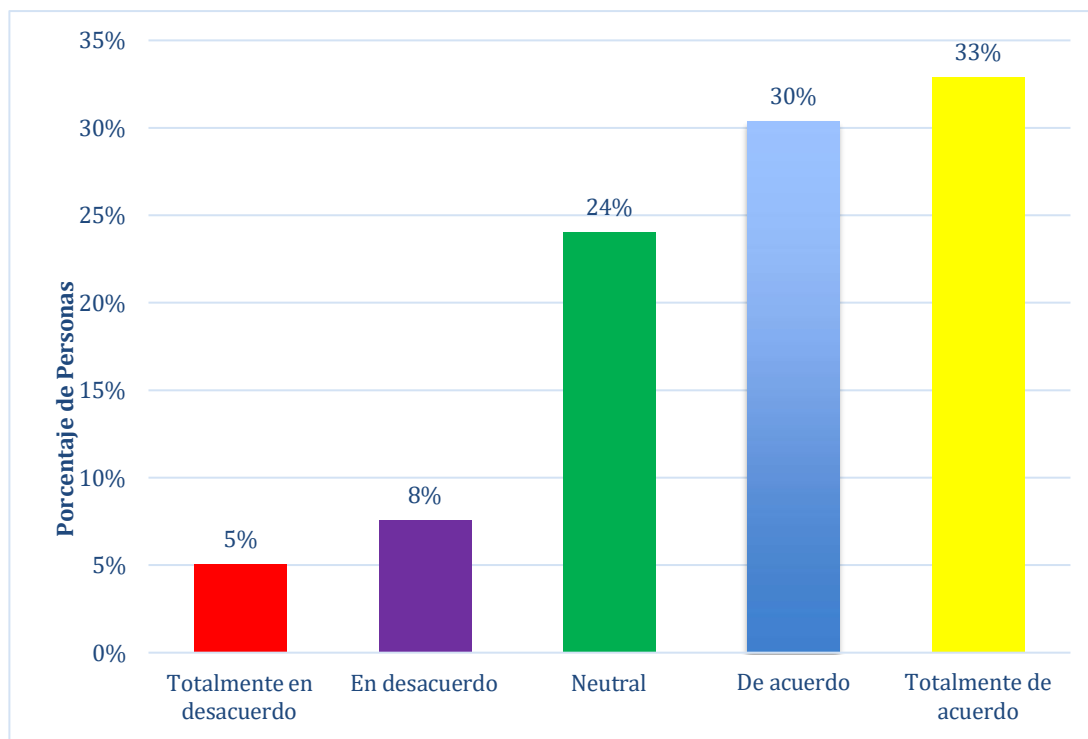
Gráfica 19. Permite relacionar diferentes conceptos de química en sus respuestas

En la gráfica 20, el 64% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo (26% y 38%, respectivamente) con esta afirmación, lo que sugiere que la mayoría encuentra útiles las respuestas para mejorar su comprensión de la química, un 24% de los participantes se mantiene neutral, y un 12% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo (8% y 4%, respectivamente), lo que señala áreas donde las respuestas podrían mejorar para lograr una mayor efectividad y satisfacción entre todos los usuarios.

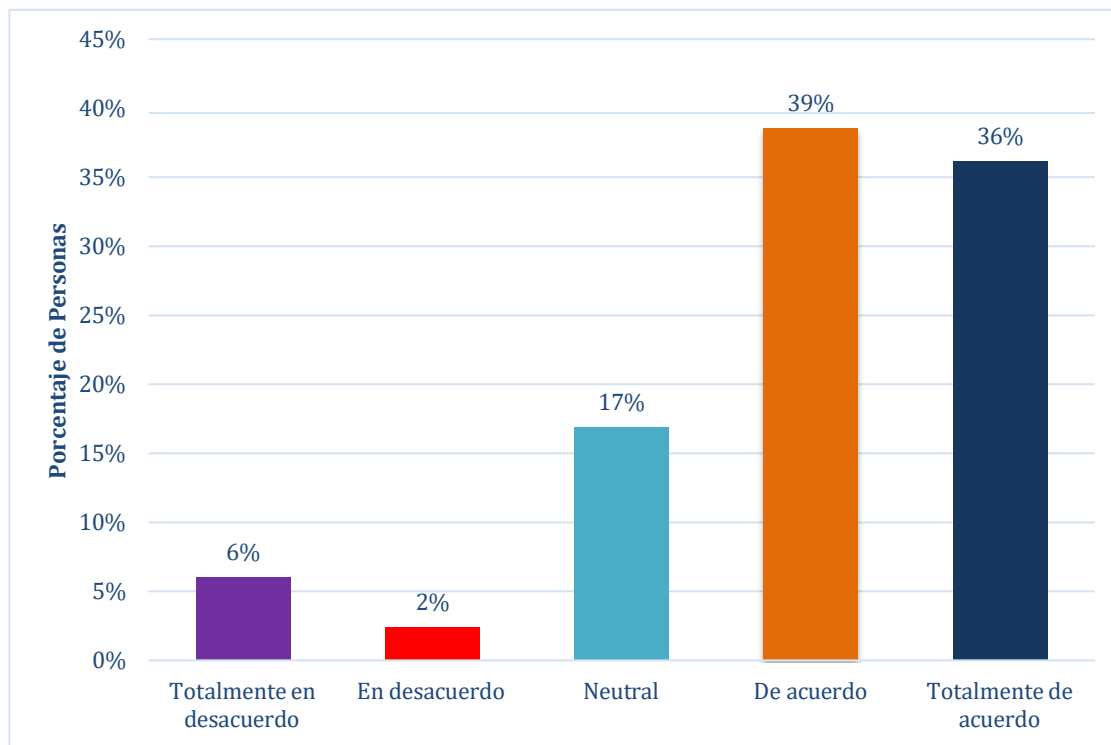
Gráfica 20. Las respuestas me ayudan a entender mejor los temas de química

En la gráfica 21, un 63% de los encuestados (30% de acuerdo y 34% totalmente de acuerdo) considera que Copilot puede responder efectivamente a estas preguntas, lo que refleja una confianza significativa en sus habilidades. Sin embargo, un 24% de los encuestados se mantiene neutral, indicando una falta de opinión definida, un 13% en total (5% totalmente en desacuerdo y 8% en desacuerdo) sugiere que hay áreas de mejora en esta capacidad, destacando la necesidad de seguir perfeccionando las respuestas para satisfacer a todos los usuarios.

Gráfica 21. Copilot puede responder a preguntas específicas sobre experimentos de química.

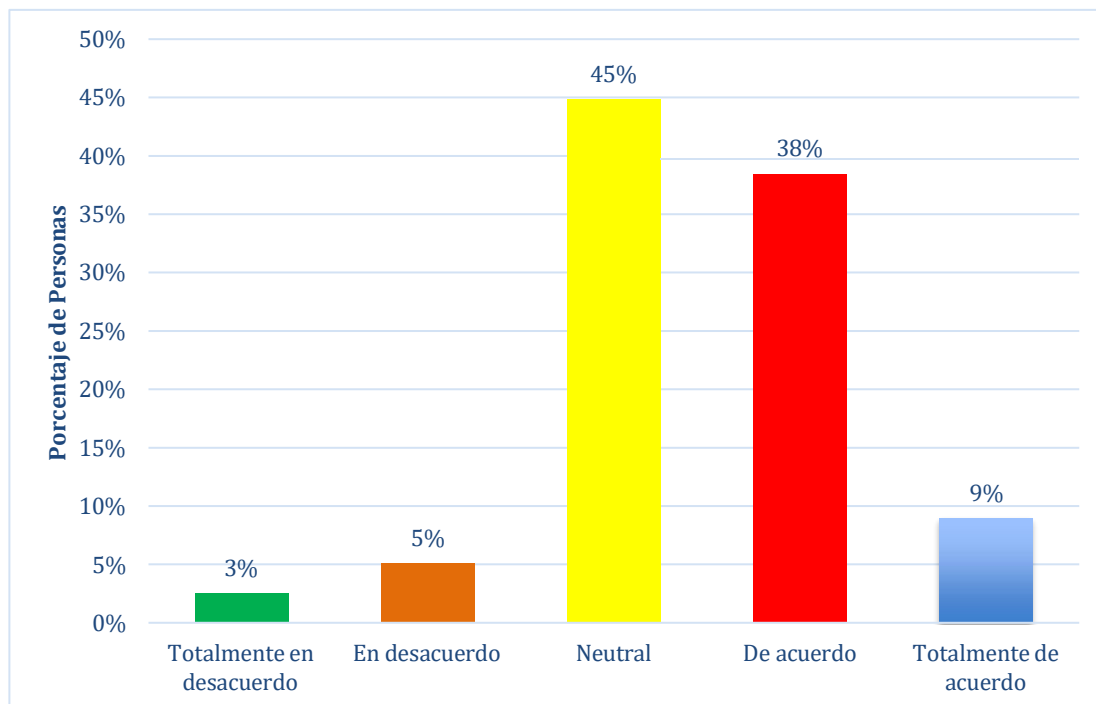


De acuerdo con la gráfica 22, el 75% de los encuestados (39% de acuerdo y 36% totalmente de acuerdo) considera que las respuestas son útiles, lo que indica una percepción favorable y una alta satisfacción general con la asistencia proporcionada, mientras el 17% de los encuestados se mantiene neutral, mientras que un 8% en total (6% totalmente en desacuerdo y 2% en desacuerdo) sugiere áreas potenciales de mejora. Estos resultados resaltan la efectividad de las respuestas en apoyar las tareas y estudios, aunque también indican la importancia de seguir mejorando para maximizar la utilidad percibida por todos los usuarios.

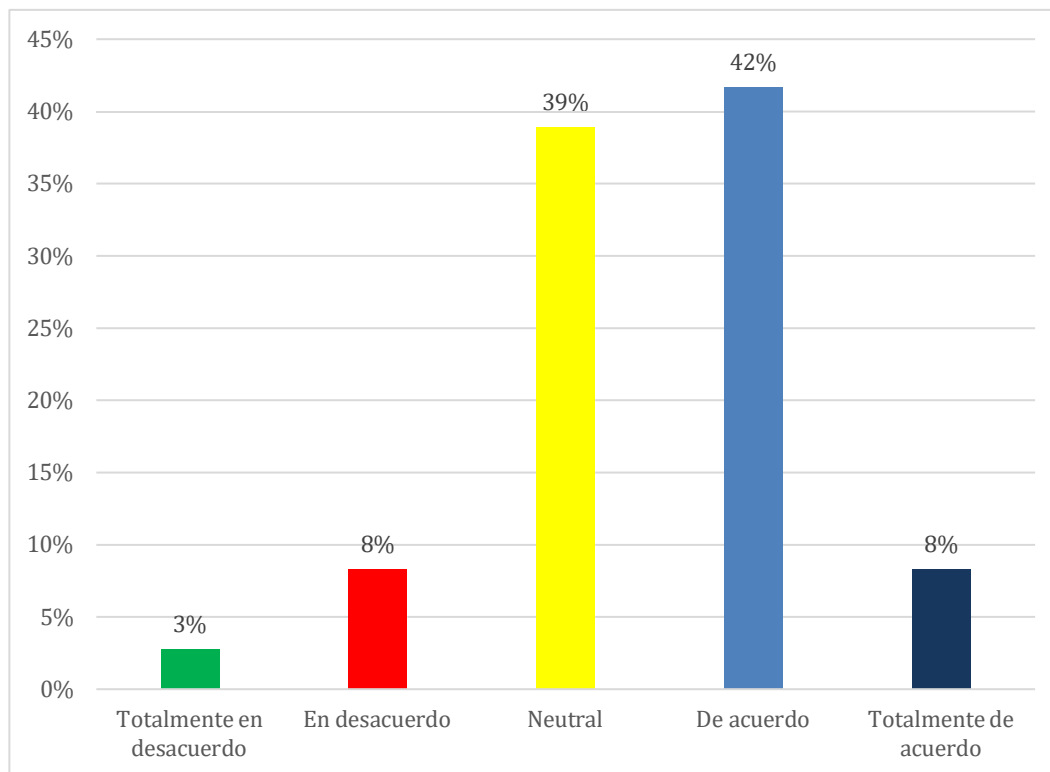
Gráfica 22. Las respuestas son útiles para mis tareas y estudios

Dimensión 3: Desarrollo del pensamiento crítico

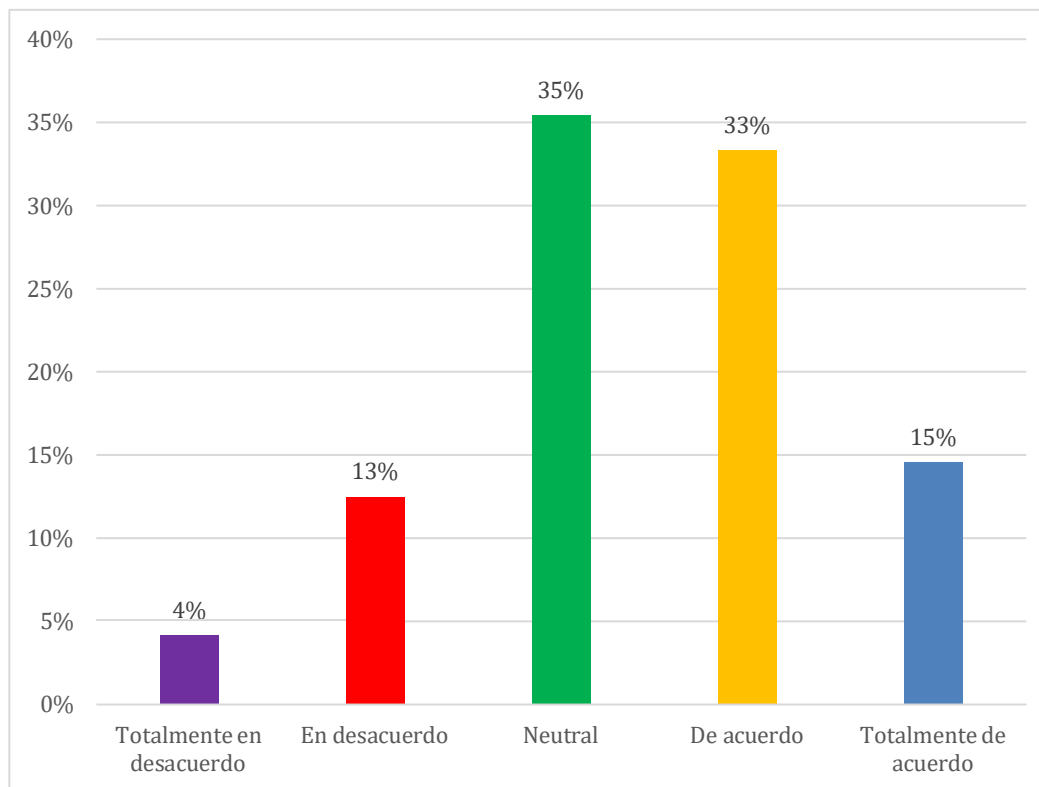
En la gráfica 23, el 47% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo (38% y 9%, respectivamente), lo que refleja una percepción mayoritariamente positiva sobre la capacidad de Copilot para ayudar en el análisis crítico de problemas de química, un 45% de los participantes se mantiene neutral, lo que indica que una gran proporción de los encuestados no tiene una opinión definida al respecto, mientras el 8% en total está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo (5% y 3%, respectivamente).

Gráfica 23. Copilot me ayuda a analizar problemas de química de manera crítica

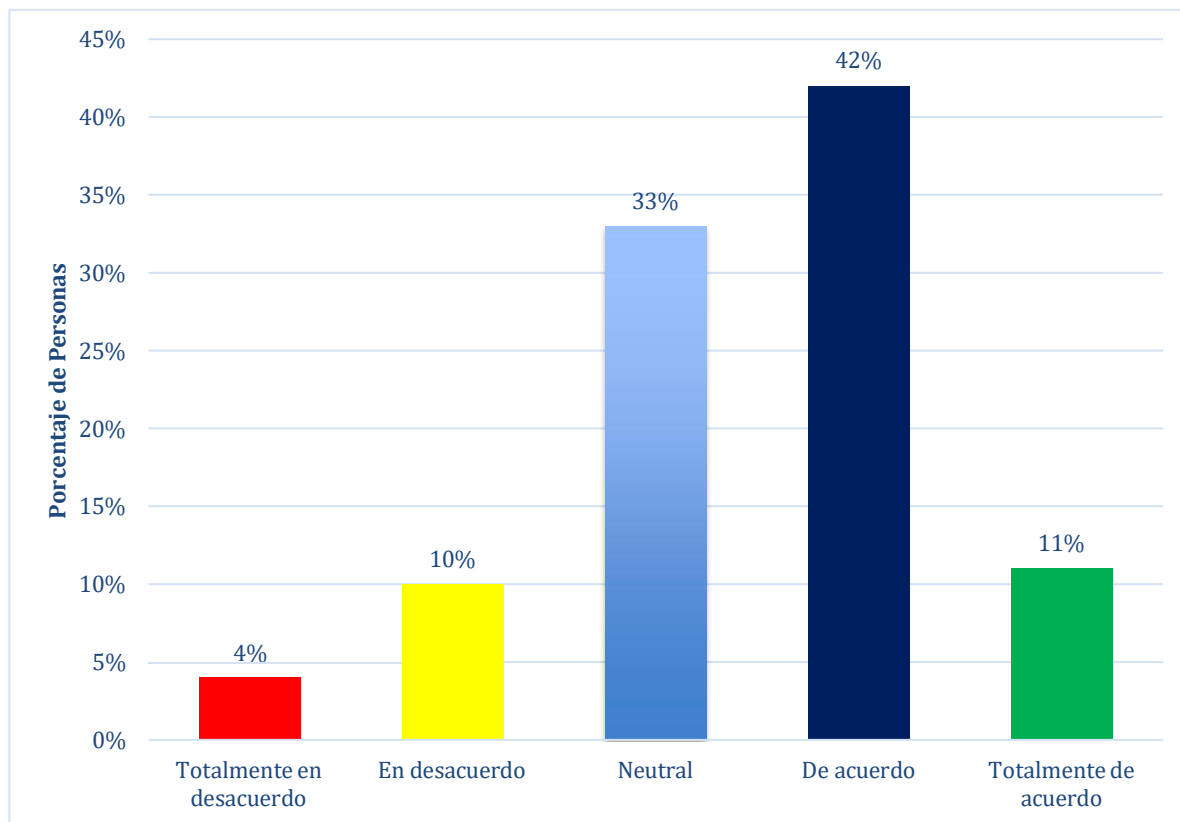
Un 50% de los encuestados (42% de acuerdo y 8% totalmente de acuerdo) considera que las actividades contribuyen positivamente a mejorar su razonamiento lógico, sin embargo, un 39% de los participantes se mantiene neutral, lo que indica una opinión indecisa o sin una evaluación clara sobre el impacto de las actividades. Por otro lado, un 11% en total (3% totalmente en desacuerdo y 8% en desacuerdo) no percibe una mejora significativa en su capacidad de razonamiento lógico debido a las actividades, estos datos sugieren que, aunque la mitad de los encuestados ve un beneficio claro, hay una necesidad de revisar y posiblemente mejorar las actividades para que su impacto positivo sea percibido de manera más uniforme por todos los usuarios (gráfica 24)

Gráfica 24. Las actividades mejoran mi capacidad de razonamiento lógico

Un 44% de los encuestados (31% de acuerdo y 13% totalmente de acuerdo) percibe que Copilot estimula efectivamente su curiosidad en el aprendizaje de la química (gráfica 25), el 38% de los participantes se mantienen neutrales, lo que refleja una falta de consenso claro en esta área. Adicionalmente, un 17% en total (4% totalmente en desacuerdo y 13% en desacuerdo) no considera que Copilot potencie su interés por la química, aunque una parte significativa de los usuarios se siente motivada, existe una oportunidad para fortalecer aún más las estrategias de presentación de la información para captar la atención y el interés de una mayor cantidad de estudiantes.

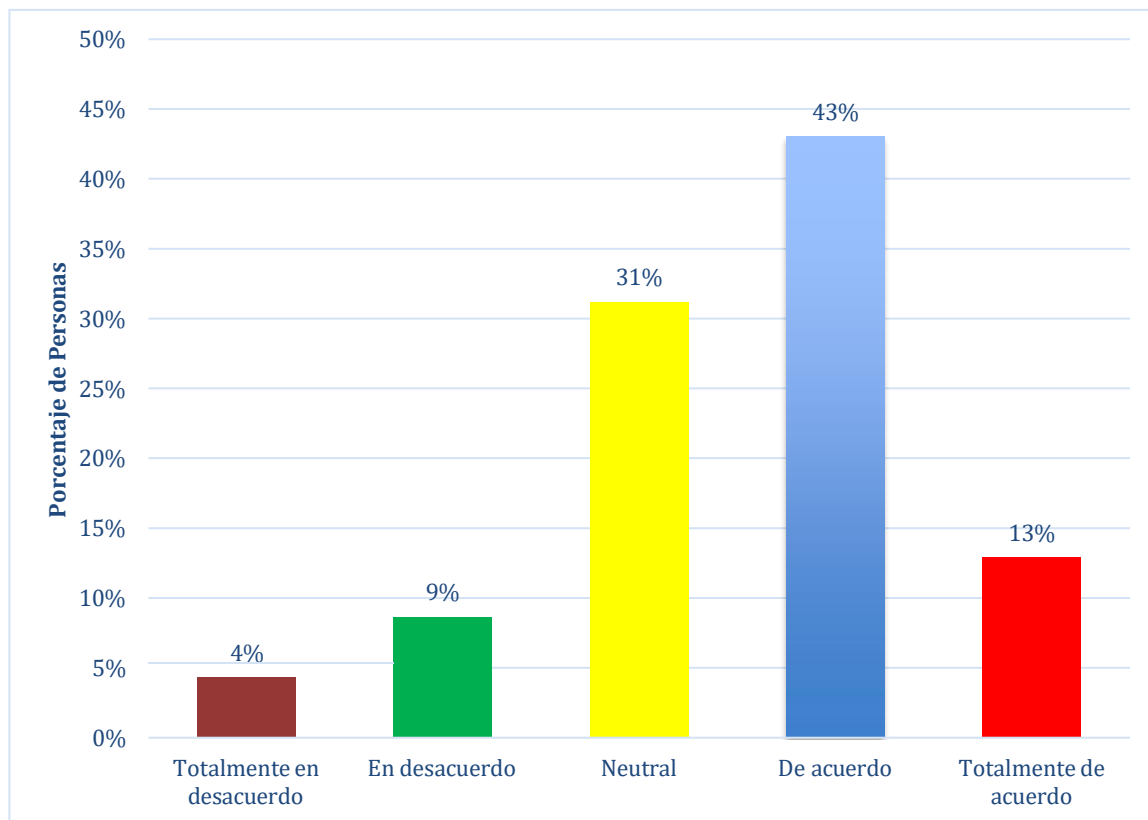
Gráfica 25. Copilot fomenta mi curiosidad por aprender más sobre química

Un 53% de los encuestados está de acuerdo o totalmente de acuerdo (42% y 11%, respectivamente), lo que sugiere que más de la mitad considera que las preguntas fomentan un pensamiento más profundo, no obstante, un 33% de los participantes se mantiene neutral, indicando una opinión indefinida sobre la capacidad de las preguntas para desafiar el pensamiento. Por último, un 14% en total (10% en desacuerdo y 4% totalmente en desacuerdo) no comparte esta percepción, señalando áreas donde se podría mejorar la formulación de las preguntas para que resulten más estimulantes e intelectualmente desafiantes para todos los usuarios (gráfica 26).

Gráfica 26. Las preguntas me desafían a pensar de manera más profunda

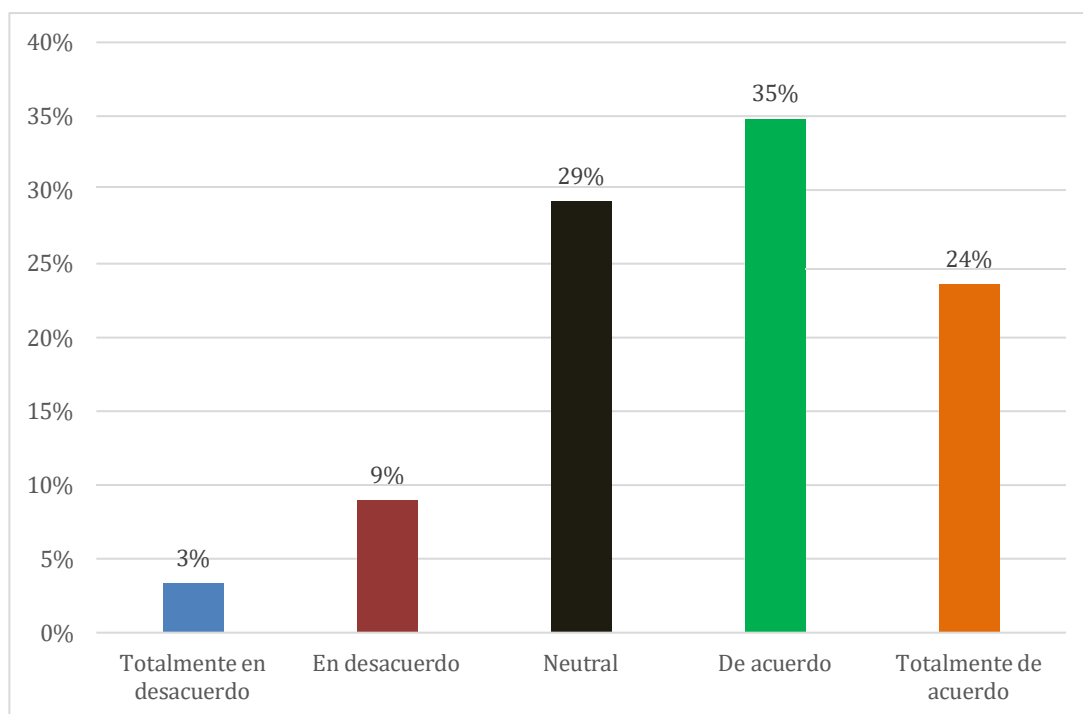
El 56% de los encuestados (43% de acuerdo y 13% totalmente de acuerdo) indica que la herramienta puede aportar a la evaluación de variadas soluciones a un problema, sugiriendo una aceptación de su utilidad (gráfica 27.), mientras el 31% de los participantes se mantiene neutral, sugiriendo que una parte significativa de los usuarios no tiene una opinión clara sobre esta capacidad. Finalmente, un 13% en total (4% totalmente en desacuerdo y 9% en desacuerdo) no coincide con esta percepción, destacando posibles áreas de mejora en la capacidad de la herramienta para facilitar la evaluación de diferentes soluciones de manera efectiva para todos los usuarios.

Gráfica 27. Me ayuda a evaluar diferentes soluciones a un problema

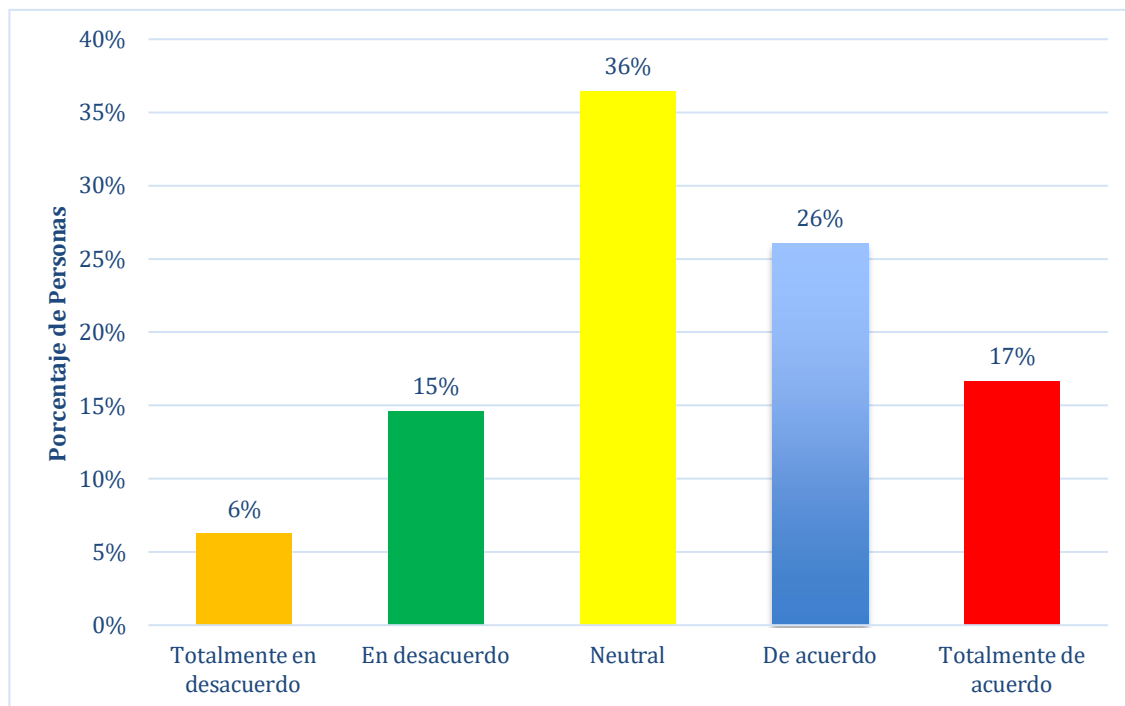


Los resultados de la encuesta sobre la afirmación "*Las interacciones con Copilot mejoran mi capacidad para argumentar mis respuestas*" muestran una evaluación principalmente positiva (gráfica 28), un 59% de los encuestados (35% de acuerdo y 24% totalmente de acuerdo) considera que las interacciones con Copilot efectivamente mejoran su capacidad para argumentar. Sin embargo, un 29% de los participantes se mantiene neutral, reflejando una opinión indefinida sobre este aspecto. Por otro lado, un 12% en total (3% totalmente en desacuerdo y 9% en desacuerdo).

Gráfica 28. Las interacciones con Copilot mejoran mi capacidad para argumentar mis respuestas



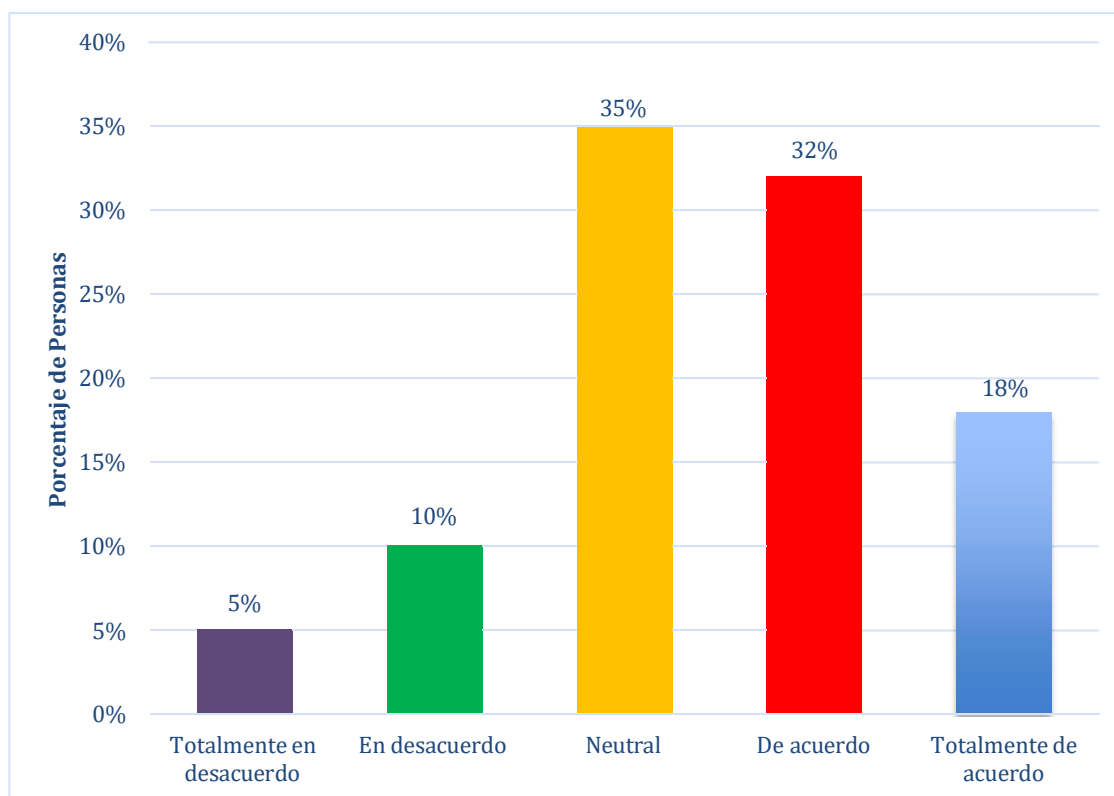
Los resultados de la encuesta sobre la afirmación "Me motiva a investigar más allá de lo que se enseña en clase" revelan una variedad de respuestas (gráfica 29), un 6% de los participantes indicó estar totalmente en desacuerdo, mientras que un 15% manifestó estar en desacuerdo, lo que sugiere cierta falta de motivación para explorar más allá del contenido impartido. Por su lado, el 36% se mostró neutral, lo que implica que una proporción considerable de los estudiantes no observa una diferencia notable en su inclinación a investigar fuera del aula. Un 26% estuvo de acuerdo, y un 17% estuvo completamente de acuerdo, lo que indica que una parte significativa de los estudiantes se siente impulsada a investigar más allá de los temas tratados en clase.

Gráfica 29. Me motiva a investigar más allá de lo que se enseña en clase.

Los resultados muestran que las actividades de Copilot ayudan de forma moderada a conectar los conceptos de química con situaciones reales (gráfica 30), ya que el 50% de los estudiantes se ubican en las categorías de "De acuerdo" (32%) y "Totalmente de acuerdo" (18%). Sin embargo, un porcentaje se mantiene neutral (35%), lo que podría reflejar una percepción de impacto restringido, o bien, falta de claridad en la conexión con la vida real.

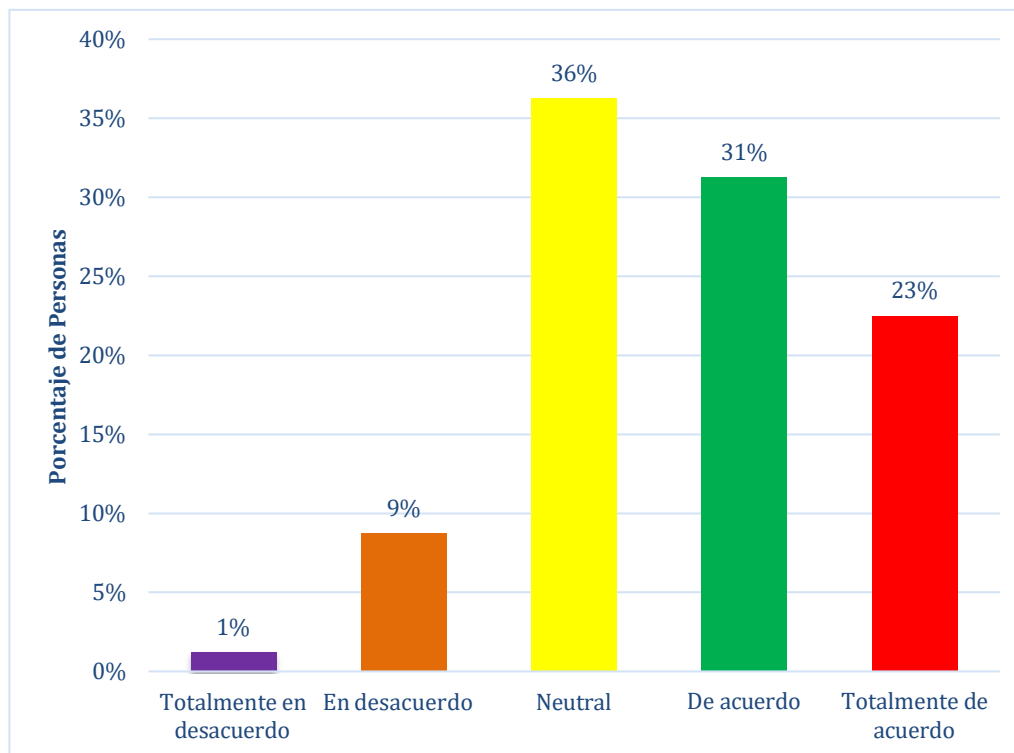
Por otro lado, un 15% de los encuestados expresó desacuerdo o total desacuerdo, lo que señala la necesidad de ajustar las actividades para lograr su relevancia, promoviendo así la mayor integración entre la teoría y la práctica.

Gráfica 30. Las actividades de Copilot me ayudan a conectar conceptos de química con situaciones reales.



Por otro lado, se encuentra que el 54% de los participantes manifestaron una positiva percepción que se expresa en las respuestas "De acuerdo" (31%) y "Totalmente de acuerdo" (23%), lo cual sugiere que las actividades de Copilot se perciben como útiles para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Por otro lado, un 10% al expresar estar en desacuerdo o total desacuerdo, lo que podría reflejar limitaciones en la aplicación de estas actividades para fomentar el cuestionamiento crítico en ciertos casos (gráfica 31).

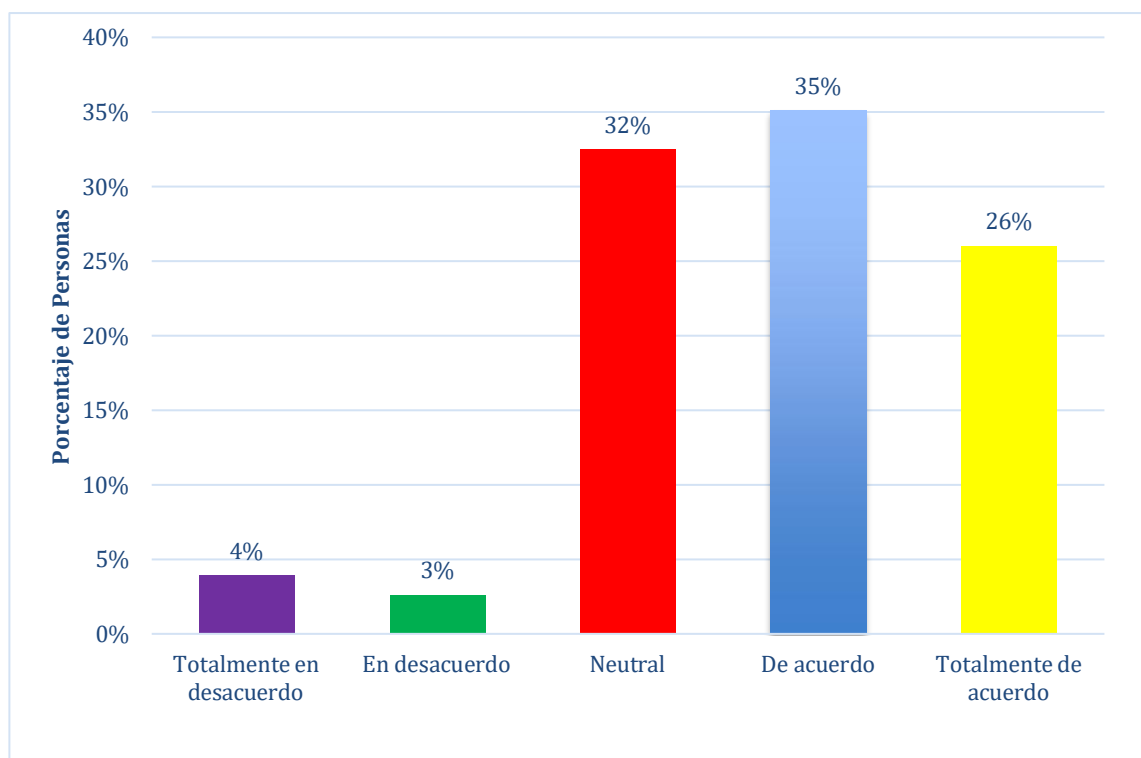
Gráfica 31. Me enseña a cuestionar la información de manera crítica



En la gráfica 32, se muestra que el 61% de las respuestas (35% de acuerdo y 26% totalmente de acuerdo) indican que la mayoría reconoce el impacto de Copilot en el desarrollo de habilidades para enfrentar problemas complejos, mientras el 32% se posiciona de manera neutral, lo que sugiere que una parte de los encuestados no percibe ningún tipo de impacto. Por otro lado, solo un 7% (4% totalmente en desacuerdo y 3% en desacuerdo) considera que las tareas realizadas con Copilot no contribuyen a mejorar esta capacidad.

Los datos descritos en el párrafo anterior reflejan una valoración predominantemente favorable hacia las actividades propuestas, aunque también permiten identificar áreas de oportunidad para reforzar la percepción de efectividad sobre el uso de Copilot.

Gráfica 32. Las tareas con Copilot mejoran mi capacidad para resolver problemas complejos



3.5. Redacción de resultados y discusión.

La presente investigación se guió por el objetivo central formulado para determinar cómo Copilot puede desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente, lo cual requirió la puesta en práctica de una metodología en la que la herramienta Copilot se concibiera como un mecanismo para la generación del pensamiento crítico por medio de ejercicios diseñados específicamente para la práctica de la química como asignatura.

Los resultados recolectados indicaron que solamente el 25% de los estudiantes que participaron en el estudio demostraron un nivel alto de habilidades de pensamiento crítico, mientras que el 50% se encontraba en un nivel moderado, y el 25% restante en un nivel bajo. Al respecto, cabe destacar que de acuerdo con el contenido del manual

que se expone en anexos, los estudiantes interactuaron con Copilot a través de distintas actividades diseñados para mejorar progresivamente sus habilidades de pensamiento crítico.

Durante el estudio, se recopilaron datos respecto al desempeño de los estudiantes en los módulos que se encuentran organizados en el referido manual. En términos generales, por medio de los datos recolectados los estudiantes informan que Copilot hizo que el proceso de aprendizaje fuese más interactivo, lo que a su vez los motivó a reflexionar, esto, debido a la retroalimentación brindada por la herramienta. Lo anterior constituye un escenario positivo en el que los estudiantes se inclinan a mejorar su participación en el aula, ello articulado en un esquema de razonamiento durante la estructura de las preguntas formuladas y de las respuestas generadas.

Considerando la organización de la población de estudio fue en base a estratos, es posible determinar que Copilot presenta potencial para su uso de acuerdo con los diferentes estilos de aprendizaje manifiestos en un aula de clases, bien tengan estos un estilo de aprendizaje visual o cinestésicos. Por su parte, los estudiantes que presentan estilo de aprendizaje auditivo también pueden beneficiarse al utilizar Copilot en su proceso de aprendizaje, ya que la herramienta, además de mostrar explicaciones visuales, permite obtener respuesta auditiva.

A la luz de lo anterior, los datos permiten concluir que Copilot es una herramienta de importante rol al momento de considerar el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico, específicamente haciendo referencia a estudiantes en el campo de la química. En tal sentido, los resultados del presente estudio pueden aportar al desarrollo futuro de la tecnología educativa que busque fomentar las habilidades de pensamiento crítico en distintas áreas de conocimiento, siendo posible afirmar que la integración de herramientas tecnológicas como Copilot en el currículo, por parte de los docentes puede aportar a la construcción de un entorno de aprendizaje reflexivo, y en el cual el estudiante tiene la oportunidad de contar con una retroalimentación inmediata que permite la inmediata reflexión del estudiante.

Los datos recolectados sugieren la replicabilidad del estudio en otras materias y contextos educativos, ya que la adaptabilidad de Copilot lo convierte en una alternativa para el fortalecimiento de las habilidades vinculadas al pensamiento crítico, sin limitaciones específicas en ciertas áreas del conocimiento.

Por lo anterior, respecto al objetivo general previamente determinado en el estudio, se concluye que Copilot es una herramienta efectiva para desarrollar el pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente. Los datos cuantitativos demuestran que la naturaleza interactiva de la herramienta contribuye al desarrollo de la capacidad que poseen los estudiantes para pensar críticamente e interactuar con el contenido académico.

En relación con el primer objetivo específico, formulado a fin analizar cómo Copilot puede adaptarse para satisfacer las necesidades de los estudiantes que formaron parte de la población de estudio, puede indicarse que el objetivo se alcanzó en la medida en que se crearon orientaciones específicas que organizadas en un manual (ver anexo). De manera puntual, se concluye que Copilot es una herramienta tecnológica que puede alinearse con contenidos propios de los planes de estudio, a la vez que contribuye al fortalecimiento de un proceso de enseñanza en el que se considera distintos estilos de aprendizaje presentes en un salón de clases.

El segundo objetivo específico se formuló para identificar los tipos de preguntas de química que Copilot puede atender, y así contribuir al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en la población de estudio. Para ello, se integraron en los módulos de Copilot distintos tipos de preguntas, tanto de opción múltiple, como de respuesta abierta y otras basadas en escenarios.

Como antes se ha expuesto, los ejercicios concebidos para vincular el uso de Copilot con el conocimiento específico en el campo de la química, se estructuraron en un manual que contiene los ejercicios utilizados para el desarrollo del pensamiento crítico, lo cual incluye tanto las orientaciones del ejercicio llevado a cabo, como los comandos formulados y las respuestas vertidas por la herramienta, lo que en su conjunto hace evidente el alcance del objetivo específico secundario. En relación a las preguntas

sobre química, los datos indican que la herramienta puede atender una variedad de tipos de preguntas, lo que no restringen el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

Las preguntas asimiladas por la herramienta son del tipo abocado a la resolución de problemas, lo que subraya el aporte de Copilot en este sentido.

El tercer objetivo específico se logró implementando un mecanismo de retroalimentación dentro de Copilot, mismo que proporcionó retroalimentación constructiva y en tiempo real a los estudiantes. Al respecto se destaca que, el 70% de la población de estudio evidenciaron que la retroalimentación brindada por la herramienta les ayudó a entender sus errores, y también a mejorar su perspectiva de análisis para la resolución de problemas.

El mecanismo de feedback en tiempo real provisto por Copilot resultó ser un factor apreciado por los estudiantes, encontrándose que para la mayoría de estos la retroalimentación les ayudó a identificar de manera puntual los fallos de sus respuestas.

En vista de lo anterior, la adaptación de Copilot para satisfacer las necesidades de los estudiantes de química del CCH Oriente se considera un propósito alcanzado. El nivel de participación de los estudiantes, evidenciado por los datos cuantitativos, demuestra que los módulos personalizados pensados para el fomento del pensamiento crítico en el campo de la química apuntan a la construcción de un proceso de aprendizaje interactivo y constructivista.

A manera de resumen, con respecto al primer objetivo específico de la investigación se concluye que Copilot es capaz de adaptarse a las necesidades de los estudiantes de química de la unidad de estudio. En cuanto al segundo objetivo específico, se concluye que la herramienta es capaz de asimilar distintos escenarios de preguntas en el campo de la química, no encontrándose restricción aun área específica, lo que contribuye a desarrollar el pensamiento crítico.

Con relación al tercer objetivo específico, se concluye que la retroalimentación proporcionada por Copilot también promueve el desarrollo del pensamiento crítico,

generando reflexión inmediata de parte de los estudiantes frente a las respuestas generadas.

La hipótesis de la investigación tesis es que la implementación del chatbots. Con base en los datos recolectados y analizados en el estudio, la hipótesis de investigación se confirma, pudiendo considerarse que Copilot, aplicado al proceso de enseñanza de los estudiantes de química del CCH Oriente contribuyó al desarrollo del pensamiento crítico en la población de estudio.

Partiendo de los resultados cuantitativos y de las conclusiones de cada objetivo de investigación, futuras investigaciones podrían desarrollar en torno al impacto que a largo plazo podría provocar el uso de Copilot en las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes, incluyendo diferentes asignaturas y niveles educativos. Otra línea de investigación futura podría incluir la adaptabilidad de Copilot a varios entornos de aprendizaje, así también como su eficacia en distintos contextos socioculturales.

Además, examinarse la integración de otras herramientas de IA en conjunto con Copilot, para crear así un ecosistema de tecnología educativa que aporte a la mejora de la experiencia de aprendizaje en términos generales. Por último, un estudio comparativo entre Copilot y otras herramientas de aprendizaje interactivo sería una línea de investigación que permitiría identificar las mejores prácticas y oportunidades de mejora para el uso de la IA en el campo educativo.

Por otro lado, podría considerarse desarrollar estudios longitudinales para el desarrollo del pensamiento crítico de los alumnos a lo largo de varios años. De este modo, se profundizaría sobre el impacto sostenido de Copilot, pudiendo valorarse si las mejoras inicialmente observadas en el aprendizaje de los estudiantes se mantienen a lo largo del tiempo, identificando así cualquier beneficio o problemática que a largo plazo se asocie al uso continuado de herramientas de IA en el ámbito educativo.

La investigación futura, también podría ahondar en como el uso de herramientas de inteligencia artificial generan influencia sobre los métodos de enseñanza, buscando indagar si esto conduce a cambios en la forma en que los profesores llevan a cabo la

planificación de sus sesiones de clases, y su correspondiente evaluación, lo cual brindaría una visión del impacto que la inteligencia artificial puede generar en el campo de la educación.

Capítulo IV: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

El presente Manual para el uso de Copilot para desarrollar el pensamiento crítico" es una guía práctica desarrollada en el marco de una tesis doctoral enfocada en la innovación educativa. Esta investigación se propuso examinar cómo la Inteligencia Artificial (IA), específicamente mediante el uso del chatbot Copilot, puede ser utilizada de forma innovadora para fortalecer el pensamiento crítico en la enseñanza de la química.

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de incorporar enfoques pedagógicos innovadores que se adapten a la evolución del sistema educativo. Para los estudiantes del CCH Oriente (Colegio de Ciencias y Humanidades), una institución de nivel medio superior en México, el desarrollo del pensamiento crítico es crucial, ya que les permite analizar, evaluar y aplicar conocimientos de forma efectiva y reflexiva.

En este contexto, Copilot se identifica como una herramienta poderosa y novedosa para la educación. Los hallazgos de la investigación indican que el uso de Copilot contribuye al desarrollo de estas habilidades al posibilitar la creación de recursos educativos interactivos que promueven una mejor comprensión y retención del material de estudio. Su naturaleza interactiva también fomenta el aprendizaje activo, la curiosidad y la autoconfianza en la resolución de problemas.

Este manual proporciona la orientación específica organizada en cuatro tareas didácticas diseñadas para integrar los conceptos teóricos de química con aplicaciones prácticas. A través de una interacción activa y colaborativa con el modelo de IA, se busca que los estudiantes no solo dominen los contenidos, sino que también desarrollen su capacidad para cuestionar, analizar y argumentar sus respuestas. En resumen, este Anexo valida la conclusión de la investigación: Copilot es una herramienta efectiva para impulsar el pensamiento crítico en los estudiantes de química del CCH Oriente

4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.

El pensamiento crítico es una habilidad fundamental en la educación, especialmente en disciplinas científicas como la química. En el nivel medio superior, los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se enfrentan a desafíos académicos que van más allá de la simple memorización de conceptos y fórmulas. En este contexto, es crucial que los estudiantes desarrollen la capacidad de analizar, evaluar y aplicar conocimientos de manera efectiva y reflexiva, este enfoque no solo enriquece su comprensión de la química, sino que también los prepara para enfrentar situaciones complejas y resolver problemas en su vida cotidiana y profesional.

El uso de herramientas tecnológicas, como Copilot, se presenta como un recurso innovador y poderoso para potenciar estas habilidades de pensamiento crítico, que, al ofrecer un entorno interactivo y dinámico, permite a los estudiantes explorar conceptos químicos de manera más personalizada. A través de esta plataforma, los estudiantes pueden interactuar con simulaciones, modelos y otras aplicaciones que facilitan el aprendizaje activo, promueven la curiosidad y fomentan la autoconfianza en sus capacidades para resolver problemas.

Este manual tiene como propósito central presentar cuatro tareas didácticas específicamente diseñadas para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes de química a nivel medio superior. Cada tarea ha sido cuidadosamente elaborada para no solo alinear con los programas de estudio vigentes del CCH Oriente, sino también para integrar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas. De esta manera, se busca promover una mejor comprensión de la química, la cual que permita a los estudiantes no solo dominar el contenido, sino también aplicarlo en contextos diversos y relevantes.

4.2. Estructura de la propuesta de transformación.

Manual para el uso de Copilot para desarrollar el pensamiento crítico.

Innovación y Ética en la Química: Explorando el Futuro con IA.



Fuente: Generado con IA con Tecnología de DALL-E 3

Implementación del Patrón de Personalidad

Implementar un patrón de personalidad basado en el carácter para un modelo de lenguaje, como ChatGPT, con el fin de mejorar la experiencia educativa de los estudiantes de química en el CCH Oriente. Este enfoque busca fomentar el pensamiento crítico y la participación de los estudiantes mediante una interacción que promueva una comprensión de los conceptos propios del área de conocimiento relacionados a la química.

El modelo asumirá el rol de Estudiante de Química, que se caracteriza por su entusiasmo por el aprendizaje de la química, este rol se centra en la investigación, el análisis crítico y la aplicación de conceptos químicos en un entorno de aprendizaje interactivo. En este contexto, el objetivo es que los estudiantes no solo comprendan los conceptos químicos, sino que también desarrollen habilidades para cuestionar, analizar y aplicar el conocimiento de manera efectiva, de modo que el modelo facilita la exploración de conceptos complejos y la resolución de problemas a través de una interacción activa y colaborativa.

Con respecto al tono y estilo del modelo deben ser accesibles y entusiastas, utilizando un lenguaje que sea comprensible para los estudiantes de nivel medio superior, por tanto, es fundamental evitar tecnicismos innecesarios y asegurar que las explicaciones sean claras y fáciles de seguir. El estilo de comunicación debe ser colaborativo y proactivo, animando a los estudiantes a compartir sus ideas, hacer preguntas y trabajar juntos para resolver problemas, este enfoque no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también crea un ambiente de aprendizaje en el que los estudiantes se sienten cómodos al participar activamente en las discusiones.

Por ejemplo:

Hola, estoy tratando de entender las diferencias entre las reacciones de síntesis y descomposición. ¿Podrías darme ejemplos de cada tipo y explicarme cómo balancear las ecuaciones químicas para estos casos?

✓ Generando respuestas...

¡Claro! Vamos a ver las diferencias entre las reacciones de síntesis y descomposición, junto con algunos ejemplos y cómo balancear las ecuaciones químicas.

Reacciones de Síntesis

En una reacción de síntesis, dos o más sustancias se combinan para formar un solo producto. Estas reacciones se pueden representar de la siguiente manera:



Ejemplo: La formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno:



Reacciones de Descomposición

En una reacción de descomposición, un compuesto se descompone en dos o más productos más simples. Estas reacciones se pueden representar de la siguiente manera:



Ejemplo: La descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno:



Otra manera de utilizar este patrón es definir claramente el rol desde el cual queremos que se genere una respuesta, por ejemplo:

Redactar como estudiante de química a nivel superior. Estoy a punto de realizar un experimento con ácido clorhídrico y zinc. ¿Qué debo tener en cuenta para asegurarme de que el experimento sea seguro y qué resultados puedo esperar?

✓ Generando respuestas...

Como estudiante de química a nivel superior, es fundamental que tomes en cuenta varias precauciones de seguridad y que comprendas bien los resultados esperados antes de realizar un experimento con ácido clorhídrico (HCl) y zinc (Zn). Aquí te dejo una guía detallada:

Precauciones de Seguridad

1. Equipo de Protección Personal (EPP):

- **Gafas de seguridad:** Protegen tus ojos de posibles salpicaduras.
- **Gautes de nitrilo:** Protegen tus manos del contacto con el ácido.
- **Bata de laboratorio:** Protege tu ropa y piel de derrames accidentales.

2. Ventilación Adecuada:

- Realiza el experimento en una campana de extracción o en un área bien ventilada para evitar la inhalación de vapores de HCl.

3. Manejo del Ácido:

- Manipula el ácido clorhídrico con cuidado. Si necesitas diluirlo, añade siempre el ácido al agua, nunca al revés, para evitar salpicaduras peligrosas.

4. Materiales de Limpieza:

- Ten a mano bicarbonato de sodio para neutralizar cualquier derrame de ácido.

Procedimiento y Resultados Esperados

Cuando el zinc reacciona con el ácido clorhídrico, se produce una reacción de desplazamiento simple que genera

Tarea 1. Análisis de Reacciones Químicas

Descripción:

En esta tarea, los estudiantes investigarán y describirán diferentes tipos de reacciones químicas: síntesis, descomposición, desplazamiento simple y desplazamiento doble. El objetivo es que comprendan los procesos involucrados y sean capaces de identificar y balancear ecuaciones químicas correspondientes a cada tipo de reacción.

Instrucciones:

En este paso, el estudiante debe investigar las reacciones de síntesis, también denominadas reacciones de combinación, estas reacciones se caracterizan por la formación de un único producto a partir de dos o más reactivos.

Ejemplo de exploración inicial:

Por favor, proporciona una breve introducción a los tipos de reacciones químicas: síntesis, descomposición, desplazamiento simple y desplazamiento doble. ¿Qué preguntas te surgen sobre estos conceptos y mecanismos?

✓ Generando respuestas...

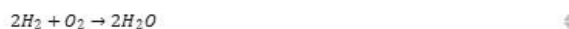
¡Claro! Aquí tienes una breve introducción a los tipos de reacciones químicas más comunes:

Reacciones de Síntesis

En una reacción de síntesis, dos o más reactivos se combinan para formar un solo producto. Estas reacciones se representan generalmente como:



Ejemplo: La formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno:



Reacciones de Descomposición

En una reacción de descomposición, un compuesto se descompone en dos o más productos más simples. Estas reacciones se representan como:



Ejemplo: La descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno:



Ejemplo de Documento y Ejemplos:

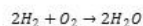
Elige dos ejemplos representativos para cada tipo de reacción química. ¿Cómo explicarías estos ejemplos y qué dificultades encontraste al balancear las ecuaciones químicas? Por favor, proporciónales retroalimentación sobre las ecuaciones balanceadas.

✓ Generando respuestas...

¡Claro! Aquí tienes dos ejemplos representativos para cada tipo de reacción química, junto con una explicación y las dificultades comunes al balancear las ecuaciones.

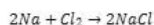
Reacciones de Síntesis

1. Formación de agua:



- **Explicación:** Dos moléculas de hidrógeno reaccionan con una molécula de oxígeno para formar dos moléculas de agua.
- **Dificultades:** Asegurarse de que el número de átomos de hidrógeno y oxígeno sea igual en ambos lados de la ecuación.

2. Formación de cloruro de sodio:



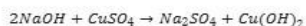
- **Explicación:** Dos átomos de sodio reaccionan con una molécula de cloro para formar dos moléculas de cloruro de sodio.
- **Dificultades:** Balancear los átomos de cloro, ya que el cloro es diatómico en su forma elemental.

Ejemplo de Balanceo de Ecuaciones:

He balanceado las siguientes ecuaciones químicas: $2NaOH + CuSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Cu(OH)_2$. ¿Podrías revisar mi trabajo y señalar cualquier error o dificultad que pueda haber enfrentado?

✓ Generando respuestas...

¡Claro! Vamos a revisar la ecuación que has balanceado:



Revisión de la Ecuación Balanceada

1. Reactivos:

- (2NaOH): 2 átomos de Na, 2 átomos de O, 2 átomos de H
- (CuSO₄): 1 átomo de Cu, 1 átomo de S, 4 átomos de O

2. Productos:

- (Na₂SO₄): 2 átomos de Na, 1 átomo de S, 4 átomos de O
- (Cu(OH)₂): 1 átomo de Cu, 2 átomos de O, 2 átomos de H

Verificación del Balanceo

- **Sodio (Na):** 2 átomos en los reactivos y 2 átomos en los productos.
- **Oxígeno (O):** 6 átomos en los reactivos (2 de (NaOH) y 4 de (CuSO₄)) y 6 átomos en los productos (4 de (Na₂SO₄) y 2 de (Cu(OH)₂)).
- **Hidrógeno (H):** 2 átomos en los reactivos y 2 átomos en los productos.

Ejemplo de Explicación de Procesos:

Escribe una explicación detallada de los procesos químicos en cada tipo de reacción, incluyendo los cambios energéticos y las condiciones necesarias.

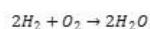
✓ Generando respuestas...

¡Claro! Aquí tienes una explicación detallada de los procesos químicos en cada tipo de reacción, incluyendo los cambios energéticos y las condiciones necesarias:

Reacciones de Síntesis

Proceso Químico: En una reacción de síntesis, dos o más reactivos se combinan para formar un solo producto. Estas reacciones suelen ser exotérmicas, liberando energía en forma de calor.

Ejemplo:



Cambios Energéticos:

- **Exotérmicas:** La formación de enlaces en el producto libera energía. Por ejemplo, la formación de agua libera una cantidad significativa de energía.

Condiciones Necesarias:

- **Temperatura:** A menudo se requiere una fuente de calor para iniciar la reacción.
- **Catalizadores:** En algunos casos, se utilizan catalizadores para acelerar la reacción sin ser consumidos en el proceso.

Autoevaluación

Aspecto	Pregunta	Respuesta
Exactitud y Completitud	¿He proporcionado ejemplos precisos y relevantes para cada tipo de reacción química?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	¿He utilizado ecuaciones químicas correctas y balanceadas?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Claridad y Coherencia	¿Mi informe está bien organizado con secciones claras?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	¿He explicado cada tipo de reacción de manera clara y comprensible?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Profundidad del Análisis	¿He relacionado adecuadamente los conceptos teóricos con ejemplos prácticos?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
	¿Qué dificultades encontré al balancear las ecuaciones y cómo las superé?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

Otro ejemplo asociado:

Copilot, he completado mi autoevaluación. Según los puntos que marqué en la checklist, ¿qué sugerencias adicionales podrías darme para mejorar mi desempeño en futuras tareas?*

✓ Generando respuestas...

¡Excelente trabajo completando tu autoevaluación! Aquí tienes algunas sugerencias adicionales para mejorar tu desempeño en futuras tareas:

Sugerencias Adicionales

1. Revisión y Verificación:

- **Revisar Fuentes:** Asegúrate siempre de que las fuentes de información sean confiables y actualizadas. Esto fortalecerá la precisión de tus datos y ejemplos.
- **Verificación Cruzada:** Compara tus ecuaciones y datos con múltiples fuentes para asegurarte de que sean correctos.

2. Claridad y Organización:

- **Estructura Clara:** Mantén una estructura clara y lógica en tus informes. Utiliza subtítulos y numeración para facilitar la lectura.
- **Resumen Inicial:** Considera incluir un breve resumen al inicio de tu informe para dar una visión general de lo que se tratará.

3. Explicaciones Detalladas:

- **Lenguaje Claro:** Utiliza un lenguaje claro y preciso. Evita jergas técnicas innecesarias a menos que sean esenciales para la explicación.

Tarea 2: Investigación sobre Materiales de Laboratorio

La actividad tiene como objetivo fomentar la investigación y el análisis crítico sobre el uso y manejo de materiales de laboratorio. Los estudiantes deberán investigar sobre las propiedades, usos y precauciones necesarias para manipular distintos materiales de laboratorio de manera segura y efectiva. Además, se les pedirá que analicen situaciones prácticas en las que se aplican estos conocimientos, identificando posibles riesgos y proponiendo medidas de seguridad adecuadas. Esta actividad promoverá el trabajo en el laboratorio respaldado con habilidades críticas para la correcta manipulación de los materiales y el cumplimiento de las normas de seguridad.

Instrucciones:

Primero, los estudiantes investigarán el proceso químico correspondiente, luego, redactarán una explicación detallada que incluya los cambios energéticos involucrados y las condiciones necesarias para la reacción.

Por ejemplo, al abordar la Exploración y Reflexión, se propone:

Dame una visión general de los materiales de laboratorio comunes, como tubos de ensayo, matraces, y balanzas. ¿Cuáles son los riesgos asociados con su uso?

✓ Generando respuestas...

Visión General de Materiales de Laboratorio Comunes

1. Tubos de Ensayo

- **Descripción:** Pequeños cilindros de vidrio o plástico utilizados para contener, mezclar y calentar pequeñas cantidades de líquidos.
- **Usos Comunes:** Realización de reacciones químicas a pequeña escala, pruebas de pH, y observación de cambios de color.
- **Riesgos Asociados:**
 - **Rotura:** Los tubos de ensayo de vidrio pueden romperse fácilmente, causando cortes.
 - **Calor:** Pueden calentarse durante las reacciones, lo que puede provocar quemaduras.
 - **Contaminación:** Riesgo de contaminación cruzada si no se limpian adecuadamente.

2. Matraces

- **Descripción:** Recipientes de vidrio o plástico con una base ancha y un cuello estrecho, disponibles en varias formas como matraces Erlenmeyer y matraces de fondo redondo.

Ejemplo de Investigación Profunda:

Proporcióname ejemplos de escenarios donde el mal manejo de matraces podría causar un accidente, y cómo evitarlo

✓ Generando respuestas...

Ejemplos de Escenarios de Mal Manejo de Matraces y Cómo Evitarlos

Escenario 1: Rotura de Matraz por Calentamiento Inadecuado

Situación: Un estudiante calienta un matraz Erlenmeyer directamente sobre una llama abierta sin usar una rejilla o soporte adecuado. El matraz se sobrecalienta y se rompe, causando un derrame de líquido caliente.

Riesgos:

- Quemaduras por el líquido caliente.
- Cortes por los fragmentos de vidrio roto.
- Derrame de sustancias químicas peligrosas.

Medidas Preventivas:

- **Uso de Equipos Adecuados:** Siempre utiliza una rejilla o soporte cuando calientes un matraz para distribuir el calor de manera uniforme.
- **Control de Temperatura:** Calienta gradualmente y evita cambios bruscos de temperatura.
- **Equipo de Protección Personal (EPP):** Usa guantes resistentes al calor y gafas de seguridad para protegerte de quemaduras y salpicaduras.

Otro ejemplo de Explicación detallada:

Redacta una guía detallada sobre el manejo seguro de un mechero Bunsen en un laboratorio de química.

✓ Generando respuestas...

Guía Detallada para el Manejo Seguro de un Mechero Bunsen

Introducción

El mechero Bunsen es una herramienta esencial en los laboratorios de química, utilizada para calentar muestras y realizar experimentos. Sin embargo, su uso incorrecto puede causar accidentes graves. Esta guía proporciona instrucciones detalladas para el manejo seguro del mechero Bunsen.

Partes del Mechero Bunsen

- **Base:** Sostiene el mechero y proporciona estabilidad.
- **Tubo Vertical:** Conducto por donde pasa el gas.
- **Entrada de Gas:** Conexión para el suministro de gas.
- **Collarín:** Regula la entrada de aire para controlar la combustión.
- **Llave de Gas:** Controla el flujo de gas.

Preparación

1. **Verificación Inicial:**
 - Asegúrate de que la manguera de gas esté bien conectada y no tenga fugas.
 - Verifica que la entrada de aire esté cerrada antes de encender el mechero.
2. **Equipo de Protección Personal (EPP):**
 - Usa gafas de seguridad para proteger tus ojos de salpicaduras.
 - Ponte una bata de laboratorio y guantes resistentes al calor.

Autoevaluación

Evalúa mi presentación sobre materiales de laboratorio y sugiere mejoras para hacerlo más comprensible y claro.

✓ Generando respuestas...

¡Claro! Aquí tienes una evaluación de tu presentación sobre materiales de laboratorio, junto con algunas sugerencias para mejorar su claridad y comprensión.

Evaluación de la Presentación

1. Título y Objetivo

- **Título:** Claro y relevante.
- **Objetivo:** Bien definido, pero podría ser más específico sobre lo que se espera que los estudiantes aprendan.

2. Introducción

- **Contenido:** Proporciona una buena visión general de la importancia de los materiales de laboratorio.
- **Mejora:** Añadir una breve descripción de los tipos de materiales que se cubrirán.

3. Materiales de Laboratorio

- **Tubos de Ensayo:**
 - **Descripción:** Clara y precisa.
 - **Usos Comunes:** Bien explicados.
 - **Riesgos Asociados:** Adecuados, pero podrían incluir ejemplos específicos de accidentes.
- **Matraces:**
 - **Descripción:** Clara y precisa.
 - **Usos Comunes:** Bien explicados.

Tarea 3: Proyecto de Sustentabilidad Química

Descripción: Los estudiantes investigarán el impacto ambiental de un proceso químico industrial y propondrán alternativas sustentables, desarrollando habilidades de análisis crítico.

Exploración Inicial: Solicita un resumen detallado del proceso de producción de amoníaco utilizando fuentes confiables o herramientas de asistencia como Copilot, enfócate en obtener una descripción clara del método Haber-Bosch, abarcando sus etapas principales, las reacciones químicas involucradas, las condiciones operativas, y los impactos ambientales asociados.

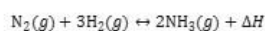
Dame un resumen del proceso de producción de amoníaco por el método Haber-Bosch y sus impactos ambientales.

✓ Generando respuestas...

El **proceso Haber-Bosch** es una reacción química que combina nitrógeno (N_2) e hidrógeno (H_2) para producir amoníaco (NH_3). Este proceso es fundamental para la producción de fertilizantes y ha tenido un impacto significativo en la agricultura mundial ¹.

Proceso de Producción

- 1. Reactivos:** Nitrógeno e hidrógeno gaseosos.
- 2. Condiciones:** Alta presión (150-300 atmósferas) y alta temperatura (200-300°C).
- 3. Catalizadores:** Hierro con óxidos de aluminio y potasio para acelerar la reacción.
- 4. Reacción:**



La reacción es exotérmica, liberando energía en forma de calor ¹.

Impactos Ambientales

- **Consumo de Energía:** El proceso consume una gran cantidad de energía, representando aproximadamente el 1-2% del consumo energético mundial ².
- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:** La producción de amoníaco contribuye a las emisiones de CO_2 debido al uso de combustibles fósiles para generar el hidrógeno necesario ².
- **Eutrofización:** El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados puede llevar a la eutrofización de cuerpos de agua, causando la proliferación de algas y afectando negativamente a los ecosistemas acuáticos ³.

Investigación y Propuestas: Lleva a cabo una investigación detallada sobre métodos más sostenibles para la producción de amoníaco, aprovechando tanto los recursos académicos como las herramientas tecnológicas disponibles para profundizar en el estudio. Asegúrate de que tus propuestas estén sólidamente respaldadas por datos y análisis críticos.

¿Qué alternativas sustentables existen para la producción de amoníaco? Evalúa su viabilidad y beneficios ambientales.

✓ Generando respuestas...

Existen varias alternativas sostenibles para la producción de amoníaco que buscan reducir el impacto ambiental del proceso Haber-Bosch tradicional. Aquí te presento algunas de las más prometedoras:

1. Amoníaco Verde

El amoníaco verde se produce utilizando hidrógeno obtenido a partir de fuentes de energía renovable, como la eólica o la solar, en lugar de combustibles fósiles. Este hidrógeno se genera mediante electrólisis del agua, un proceso que divide el agua en hidrógeno y oxígeno usando electricidad renovable ¹.

Viabilidad:

- **Tecnológica:** La tecnología de electrólisis está bien desarrollada, pero aún es costosa y requiere mejoras en eficiencia.
- **Económica:** Los costos de producción son actualmente más altos que los del proceso Haber-Bosch, pero se espera que disminuyan con el avance tecnológico y la economía de escala.

Beneficios Ambientales:

- **Reducción de Emisiones:** Las emisiones de gases de efecto invernadero son casi nulas durante la producción ¹.
- **Sostenibilidad:** Utiliza fuentes de energía renovable, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.

Redacción del Informe y Debate: Elabora un informe detallado que compare el método Haber-Bosch con métodos alternativos más sostenibles de producción de amoníaco. Posteriormente, prepara puntos clave y argumentos sólidos para defender tu análisis en un debate académico, asegurándote de respaldar tus afirmaciones con evidencia científica y análisis crítico.

Estructura un informe que compare el método Haber-Bosch con métodos más sostenibles y prepara puntos clave para un debate

✓ Generando respuestas...

Informe Comparativo: Método Haber-Bosch vs. Métodos Sostenibles para la Producción de Amoníaco

Introducción

El amoníaco es un compuesto esencial en la producción de fertilizantes, y su producción a gran escala se realiza principalmente mediante el proceso Haber-Bosch. Sin embargo, este método tiene un alto impacto ambiental. En este informe, se comparará el método Haber-Bosch con alternativas más sostenibles, evaluando su viabilidad y beneficios ambientales.

Método Haber-Bosch

- **Descripción:** Combina nitrógeno e hidrógeno a alta presión y temperatura utilizando un catalizador de hierro.
- **Condiciones:** 150-300 atmósferas y 200-300°C.
- **Impacto Ambiental:**
 - Alto consumo de energía (1-2% del consumo energético mundial).
 - Emisiones significativas de CO₂ debido al uso de combustibles fósiles.
 - Contribución a la eutrofización por el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.

Autoevaluación: Reflexiona sobre posibles mejoras, identificando áreas donde la argumentación podría fortalecerse o donde se podrían incluir evidencias adicionales para respaldar tus conclusiones. Finalmente, documenta estas sugerencias para refinarlas antes de la entrega final.

Crea una tabla de autoevaluación para de este informe. La tabla debe incluir los siguientes criterios: Exactitud y Precisión, Claridad y Organización, Profundidad del Análisis, Solidez de los Argumentos, Relevancia de las Propuestas y Calidad del Debate Preparado. Cada criterio debe tener una columna para puntuación (1-5) y una columna para comentarios/justificación.

✓ Generando respuestas...

Aquí tienes una tabla de autoevaluación para tu informe:

Criterio	Puntuación (1-5)	Comentarios/Justificación
Exactitud y Precisión		Evaluar la exactitud de los datos y la precisión en la presentación de la información.
Claridad y Organización		Analizar la claridad del lenguaje y la organización del contenido en secciones lógicas.
Profundidad del Análisis		Considerar la profundidad y el detalle del análisis de cada método y su comparación.
Solidez de los Argumentos		Evaluar la fortaleza y la coherencia de los argumentos presentados en el informe.
Relevancia de las Propuestas		Analizar la pertinencia y la aplicabilidad de las propuestas sostenibles presentadas.
Calidad del Debate Preparado		Evaluar la preparación y la calidad de los puntos clave y argumentos para el debate.

Tarea 4: Simulación y Análisis de Reacciones Químicas

Descripción: Los estudiantes aplicarán sus conocimientos teóricos en un entorno simulado, analizando los resultados obtenidos y reflexionando sobre sus implicaciones prácticas.

Uso de Software:

Utiliza las herramientas para modelar y analizar las reacciones químicas, prestando atención a los parámetros y variables involucradas, para ello, es necesario registrar todos los resultados obtenidos para su posterior análisis y discusión.

Simula una reacción de neutralización en un software de laboratorio virtual y analiza los resultados obtenidos. ¿Qué discrepancias encuentras con la teoría?

✓ Generando respuestas...

Para simular una reacción de neutralización, puedes utilizar el laboratorio virtual de PhET Interactive Simulations. Aquí te dejo un ejemplo de cómo podrías realizar y analizar esta simulación:

Pasos para la Simulación

1. **Accede al Simulador:** Utiliza el simulador de soluciones ácido-base de PhET [aquí](#).
2. **Configura la Reacción:**
 - Selecciona un ácido fuerte, como el ácido clorhídrico (HCl).
 - Selecciona una base fuerte, como el hidróxido de sodio (NaOH).
3. **Realiza la Neutralización:**
 - Añade una cantidad medida de HCl a un vaso de precipitados.
 - Añade lentamente NaOH mientras observas el cambio de pH.
 - Registra el volumen de NaOH necesario para neutralizar completamente el HCl.

Análisis de Resultados

Resultados Obtenidos

- **Volumen de HCl:** 50 mL de HCl 0.1 M.
- **Volumen de NaOH:** 50 mL de NaOH 0.1 M.
- **pH Final:** Aproximadamente 7 (neutro).

Veamos un segundo ejemplo:

¿Qué significan los resultados obtenidos en la simulación de la reacción X? ¿Cómo se comparan con las predicciones teóricas?

✓ Generando respuestas...

Para responder a tu pregunta, vamos a suponer que la reacción X es una reacción de neutralización entre un ácido fuerte (HCl) y una base fuerte (NaOH), como en el ejemplo anterior. Aquí tienes un análisis detallado:

Significado de los Resultados Obtenidos

Resultados de la Simulación

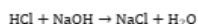
- **Volumen de HCl:** 50 mL de HCl 0.1 M.
- **Volumen de NaOH:** 50 mL de NaOH 0.1 M.
- **pH Final:** Aproximadamente 7 (neutro).

Estos resultados indican que se ha alcanzado el punto de neutralización, donde el ácido y la base se han combinado en proporciones equimolares para formar agua y una sal (NaCl), resultando en una solución neutra.

Comparación con las Predicciones Teóricas

Predicciones Teóricas

- **Ecuación de la Reacción:**



- **Proporción Molar:** 1:1
- **pH Final Esperado:** 7 (neutro) cuando se mezclan cantidades equimolares de HCl y NaOH.

Comparación

- **Coincidencias:** Los resultados de la simulación coinciden con las predicciones teóricas, mostrando un pH final de aproximadamente 7 cuando se neutralizan cantidades equimolares de HCl y NaOH. Esto confirma que la simulación está correctamente modelando la reacción de neutralización.

Experimentos Virtuales: Durante este proceso, los estudiantes deben llevar un registro minucioso de todas las observaciones relevantes, destacando cualquier cambio notable en las variables experimentales. Asimismo, es fundamental documentar los resultados obtenidos de forma sistemática, asegurando que los datos estén claros y bien organizados para facilitar su análisis y evaluación posterior.

Genera preguntas críticas sobre por qué la reacción X en la simulación no coincide exactamente con la teoría.

✓ Generando respuestas...

Aquí tienes algunas preguntas críticas que podrían ayudarte a explorar por qué la reacción X en la simulación no coincide exactamente con la teoría:

Preguntas Críticas

1. Precisión del Simulador

- ¿Qué limitaciones tiene el simulador en términos de precisión y exactitud de los resultados?
- ¿Cómo podrían estas limitaciones afectar los resultados de la simulación?

2. Condiciones Experimentales

- ¿Se han considerado todas las variables experimentales relevantes, como la temperatura y la presión?
- ¿Cómo podrían las condiciones ideales asumidas en la simulación diferir de las condiciones reales de laboratorio?

3. Pureza de los Reactivos

- ¿Qué nivel de pureza se asume para los reactivos en la simulación?
- ¿Cómo podría la presencia de impurezas en los reactivos afectar los resultados de la reacción?

4. Velocidad de Adición de Reactivos

- ¿Cómo se controla la velocidad de adición de los reactivos en la simulación?
- ¿Podría una velocidad de adición no controlada afectar el punto de neutralización y, por ende, el pH final?

Análisis de Datos: Los estudiantes deberán identificar y examinar cualquier discrepancia entre los datos experimentales y los resultados teóricos, evaluando posibles causas para estas diferencias, este proceso debe incluir la interpretación de los datos en el contexto de los principios químicos relevantes, y la formulación de conclusiones basadas en la comparación realizada.

Ayúdame a redactar un informe que compare los resultados de la simulación de la reacción X con los valores teóricos, incluyendo una reflexión sobre las diferencias observadas.

✓ Generando respuestas...

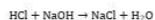
Informe Comparativo: Resultados de la Simulación de la Reacción X vs. Valores Teóricos

Introducción

En este informe, se comparan los resultados obtenidos de la simulación de una reacción de neutralización entre ácido clorhídrico (HCl) y hidróxido de sodio (NaOH) con los valores teóricos esperados. Se analizarán las posibles discrepancias y se reflexionará sobre las implicaciones prácticas de estas diferencias.

Descripción de la Reacción

- **Reacción:**



- **Tipo de Reacción:** Neutralización

- **Reactivos:** Ácido clorhídrico (HCl) y hidróxido de sodio (NaOH)

- **Productos:** Cloruro de sodio (NaCl) y agua (H₂O)

Resultados de la Simulación

- **Volumen de HCl:** 50 mL de HCl 0.1 M

- **Volumen de NaOH:** 50 mL de NaOH 0.1 M

- **pH Final:** Aproximadamente 7 (neutro)

Valores Teóricos

- **Proporción Molar:** 1:1

Autoevaluación: Para evaluar de manera efectiva el trabajo realizado, es necesario utilizar una tabla de autoevaluación que permita revisar de manera estructurada los criterios clave del desempeño, la tabla debe incluir criterios específicos, un sistema de puntaje y un espacio para comentarios adicionales.

Crea una tabla de autoevaluación para mi informe, que incluya criterios como Exactitud de los Resultados, Análisis de Datos, y Claridad en la Presentación. Incluye una columna para puntaje y otra para comentarios.

✓ Generando respuestas...

Aquí tienes una tabla de autoevaluación para tu informe:

Criterio	Puntaje (1-5)	Comentarios
Exactitud de los Resultados		Evaluar la precisión de los datos obtenidos y su concordancia con la teoría.
Análisis de Datos		Analizar la profundidad y el rigor del análisis de los resultados de la simulación.
Claridad en la Presentación		Evaluar la claridad y organización del informe, incluyendo la estructura y el lenguaje utilizado.
Reflexión sobre las Diferencias		Considerar la calidad de la reflexión sobre las discrepancias observadas y sus posibles causas.
Conclusiones		Evaluar la solidez y relevancia de las conclusiones presentadas en el informe.
Uso de Recursos y Referencias		Analizar la adecuación y correcta citación de los recursos y referencias utilizados.

Patrón de Juego

El propósito de este patrón es diseñar un "juego" inmersivo enfocado en el desarrollo del pensamiento crítico dentro del ámbito de la química. Este enfoque es especialmente útil para estudiantes de nivel medio superior, como los del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que necesitan aplicar sus habilidades en contextos prácticos.

Por ejemplo:

El propósito de este patrón es diseñar un "juego" inmersivo enfocado en el desarrollo del pensamiento crítico dentro del ámbito de la química. Este enfoque es especialmente útil para estudiantes de nivel medio superior, como los del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que necesitan aplicar sus habilidades en contextos prácticos.

✓ Generando respuestas...

Diseño de un Juego Inmersivo para el Desarrollo del Pensamiento Crítico en Química

Propósito

El objetivo de este juego es fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de nivel medio superior, específicamente en el ámbito de la química. Este enfoque es particularmente útil para los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Oriente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quienes necesitan aplicar sus habilidades en contextos prácticos.

Concepto del Juego

Título del Juego: "Química en Acción"

Descripción: "Química en Acción" es un juego inmersivo que simula un laboratorio de química donde los estudiantes deben resolver problemas y realizar experimentos para avanzar. A través de desafíos interactivos, los jugadores aplicarán conceptos teóricos, analizarán datos y tomarán decisiones basadas en evidencia.

Elementos del Juego

1. Escenarios de Aprendizaje

- **Laboratorio Virtual:** Un entorno simulado donde los estudiantes pueden realizar experimentos de manera segura.
- **Misión de Investigación:** Los jugadores reciben una misión que requiere la aplicación de conocimientos químicos para resolver un problema real.

Desarrollo del Juego:

Ejemplo de Misión

Misión: "El Misterio del Agua Contaminada"

- **Contexto:** Un río cercano al CCH Oriente ha sido contaminado y los estudiantes deben identificar el contaminante y proponer una solución.
- **Objetivos:**
 - Recoger muestras de agua y realizar análisis químicos.
 - Identificar los compuestos presentes en el agua.
 - Proponer un método para descontaminar el agua basado en los resultados obtenidos.

Beneficios del Juego

- **Desarrollo del Pensamiento Crítico:** Los estudiantes aprenden a formular preguntas, diseñar experimentos y analizar resultados de manera crítica.
- **Aplicación Práctica:** Los escenarios del juego reflejan problemas reales, lo que ayuda a los estudiantes a ver la relevancia de la química en el mundo real.
- **Engagement y Motivación:** El formato de juego inmersivo aumenta la motivación y el interés de los estudiantes por aprender química.

Conclusión

"Química en Acción" es una herramienta educativa innovadora que combina el aprendizaje teórico con la práctica interactiva. Al enfrentar desafíos reales en un entorno seguro y controlado, los estudiantes del CCH Oriente de la UNAM pueden desarrollar habilidades críticas que les serán útiles en su educación y futuras carreras.

¿Te gustaría añadir algún detalle específico o tienes alguna otra idea para el juego?

4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.

La propuesta de transformación planteada se fundamenta en los resultados empíricos obtenidos durante la investigación, los cuales evidencian la efectividad del uso del chatbot Copilot para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de química del CCH Oriente. La valoración de esta propuesta considera la aceptación positiva tanto de estudiantes como de docentes, quienes reconocen la adaptación personalizada de Copilot a las necesidades específicas del alumnado, así como su capacidad para ofrecer retroalimentación constructiva y guiar procesos de análisis crítico.

La evaluación de la propuesta se realizó mediante la comparación de indicadores de desempeño y percepción recogidos durante el estudio, lo que permitió corroborar la eficacia del modelo de integración de inteligencia artificial en el proceso educativo. Se

destaca que la propuesta logra un equilibrio entre la personalización del aprendizaje y el estímulo del razonamiento crítico, elementos clave para potenciar competencias esenciales del siglo XXI.

Finalmente, la validación se sustenta en la congruencia entre los objetivos planteados, la metodología aplicada y los resultados alcanzados, así como en la viabilidad de replicar esta estrategia en otros contextos educativos y disciplinas. Este análisis demuestra que la propuesta no solo es pertinente para el área de química, sino que también puede ser adaptada y ampliada para fortalecer procesos educativos mediante el uso innovador de herramientas tecnológicas basadas en inteligencia artificial.

CONCLUSIONES

La investigadora concluye que la integración de Copilot en el plan de estudios de química del CCH Oriente ha demostrado un potencial en lo relacionado a la mejora de las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes.

Objetivo Específico 1: Adaptación de Copilot a las necesidades de estudiantes de química del CCH Oriente

La investigación confirmó que Copilot se adapta de manera efectiva a las necesidades educativas de los estudiantes, alineándose con los contenidos del plan de estudios y atendiendo diversidad de estilos de aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico). Esta adaptación se refleja en la aceptación y motivación del alumnado, quienes reconocen en Copilot una herramienta que facilita un aprendizaje interactivo, personalizado y acorde a sus dificultades particulares en química. Este hallazgo aporta al proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando el aporte del capítulo que aborda el diseño metodológico para la integración de IA en entornos educativos, robusteciendo la solución educativa en el contexto específico del CCH Oriente.

Objetivo Específico 2: Identificación de preguntas de química que Copilot puede manejar para fomentar el pensamiento crítico

Los resultados muestran que Copilot es capaz de manejar efectivamente una amplia gama de preguntas, desde respuestas cerradas hasta análisis complejos, sin limitar el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes. Las preguntas diseñadas promueven habilidades analíticas profundas y permiten al estudiante reflexionar en contextos reales y académicos, enriqueciendo su capacidad para argumentar y evaluar información. Esta capacidad se vincula directamente con el desarrollo de habilidades superiores en análisis crítico, validando los aportes del manual de actividades y la estructuración de preguntas que fundamentan la propuesta del estudio.

Objetivo Específico 3: Evaluar cómo Copilot proporciona retroalimentación para promover el pensamiento crítico.

Se constató que Copilot ofrece retroalimentación inmediata, específica y constructiva que favorece la autoevaluación y reflexión crítica de los estudiantes sobre sus respuestas y errores. Esta retroalimentación activa impulsa procesos metacognitivos, favoreciendo la construcción de conocimiento significativo y la mejora constante en la argumentación química. Al cumplir con este objetivo, la investigación ratifica la hipótesis general, destacando que la retroalimentación en tiempo real constituye un elemento esencial para el desarrollo de competencias críticas, fortaleciendo así la propuesta tecnológica y pedagógica del estudio.

De manera integral, el estudio demuestra que la integración de Copilot en la enseñanza de la química en el CCH Oriente es una estrategia efectiva para fomentar el pensamiento crítico. Cada objetivo específico aporta elementos que consolidan un modelo educativo innovador, que personaliza la enseñanza, diversifica los métodos de evaluación y potencia procesos reflexivos a través de la inteligencia artificial. Este modelo tiene un impacto positivo en la participación, motivación y desarrollo de habilidades cognitivas avanzadas, lo que posiciona la propuesta como una contribución valiosa para la innovación pedagógica y el mejoramiento de la calidad educativa en contextos similares.

La investigación también resalta la importancia de la retroalimentación constructiva en tiempo real para fomentar el pensamiento crítico. De esta manera, la investigadora concluye que la integración de Copilot en el plan de estudios de química, particularmente en la unidad de estudio seleccionada para la investigación, presenta potencial para la mejora de las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

En vista de lo anterior, la incorporación de Copilot en la mejora de las habilidades de pensamiento crítico sugiere que esta herramienta podría aplicarse bajo enfoques similares, a otras asignaturas y contextos educativos, lo que se debe principalmente a su capacidad de adaptación.

RECOMENDACIONES

Con base en los datos presentados en el capítulo de resultados y considerando los objetivos específicos de la investigación, se presentan las siguientes recomendaciones:

Desde el punto de vista metodológico:

Se recomienda siempre contextualizar desde el inicio a la herramienta Copilot para que se adapte a los distintos niveles de comprensión y estilos de aprendizaje de los estudiantes. Los datos evidencian que la personalización de Copilot para atender inquietudes individuales maximiza el impacto en el aprendizaje y en el desarrollo de habilidades críticas. Además, es importante incluir en el repertorio de Copilot preguntas tanto de respuesta abierta como de análisis, ya que se observa que los estudiantes responden positivamente a preguntas que requieren reflexión, promoviendo así un análisis crítico más profundo. Finalmente, se debe implementar un sistema de retroalimentación inmediata con perspectiva constructiva, que guíe a los estudiantes en su proceso de aprendizaje y fomente la evaluación formativa continua.

Desde el punto de vista académico:

Se recomienda fomentar la capacitación docente en el manejo y personalización de herramientas de inteligencia artificial como Copilot, asegurando que las actividades diseñadas potencien el desarrollo del pensamiento crítico y el aprendizaje significativo. Es necesario incorporar en los planes y programas de estudio preguntas analíticas y desafiantes que promuevan la reflexión profunda y el razonamiento científico, integrando a la IA como un apoyo pedagógico que favorezca la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes. Asimismo, se destaca la importancia de evaluar continuamente la interacción del alumnado con la IA para detectar áreas de mejora y ajustar las estrategias educativas en función de los resultados.

Recomendaciones prácticas:

Se sugiere implementar talleres y sesiones prácticas que permitan a los estudiantes interactuar con Copilot, contextualizado a sus necesidades individuales y estilos de aprendizaje, para promover su uso como un compañero activo en el proceso de construcción del conocimiento. El diseño de actividades debe incluir preguntas abiertas y ejercicios de análisis crítico, acompañados de retroalimentación inmediata y constructiva que facilite la corrección de errores y estimule el autoaprendizaje. Además, es recomendable combinar las interacciones con Copilot con estrategias colaborativas que propicien el diálogo y la argumentación entre pares, enriqueciendo el proceso formativo mediante la combinación de aportes humanos y tecnológicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ait Baha, T., El Hajji, M., Es-Saady, Y., & Fadili, H. (2023). The impact of educational chatbot on student learning experience. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12166-w>
- Anggraeni, D. M., Prahani, B., Suprpto, N., Shofiyah, N., & Jatmiko, B. (2023). Systematic review of problem based learning research in fostering critical thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 101334.
- Antony, S., & Ramnath, R. (2023). A Phenomenological Exploration of Students' Perceptions of AI Chatbots in Higher Education. *IAFOR Journal of Education*, 11(2), 7-38.
- Bloomfield, J., & Fisher, M. J. (2019). Quantitative research design. *Journal of the Australasian Rehabilitation Nurses Association*, 22(2), 27-30.
- Bruffee, K. A. (1999). *Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge*. ERIC.
- Bull, C., & Kharrufa, A. (2024). Generative Artificial Intelligence Assistants in Software Development Education: A Vision for Integrating Generative Artificial Intelligence Into Educational Practice, Not Instinctively Defending Against It. *IEEE Software*, 41(2), 52-59. <https://doi.org/10.1109/MS.2023.3300574>
- Caamaño Alegre, M. d. I. C. (2015). Prácticas, contextos y racionalidad epistémica: un estudio crítico sobre historia, prácticas y estilos en la filosofía de la ciencia. Hacia una epistemología plural, de S. Martínez, X. Huang y G. Guillaumin (comps.). *Crítica (México, DF)*, 47(139), 93-118.
- Camacho, H., & Fontaines, T. (2005). Características de una "investigación racional": teorías de Lakatos y Popper. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 6(12), 129-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170121560007> (IN FILE)

- Camacho, M. U., Tambasco, P., Martínez, S., & Correa, M. G. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 41-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/riite.584501>
- Carbonell-García, C. E., Burgos-Goicochea, S., Calderón-de-los-Ríos, D. O., & Paredes-Fernández, O. W. (2023). La Inteligencia Artificial en el contexto de la formación educativa. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6, 152-166. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02822023000200152&nrm=iso
- Chaudhry, M. A., & Kazim, E. (2022). Artificial Intelligence in Education (AIEd): a high-level academic and industry note 2021. *AI and Ethics*, 2(1), 157-165. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00074-z>
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Chounta, I.-A. (2019). Collaborative Learning and Patterns of Practice. In A. Tatnall (Ed.), *Encyclopedia of Education and Information Technologies* (pp. 1-14). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60013-0_83-1
- Consiglio, F., & Martínez Manrique, F. (2021). Cognición distribuida: entre lo individual y lo social.
- Deng, X., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*, 15(4), 2940.

- Devi, A. M., & Devaki, A. (2019). Applications of quantitative techniques in decision making of business organisation. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 3(3), 568-571.
- Garcés Cano, J. E., & Duque Oliva, E. J. (2007). Metodología para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación. *Innovar*, 17, 184-194.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512007000100011&nrm=iso
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9-39.
- Gibson, D., Kovanovic, V., Ifenthaler, D., Dexter, S., & Feng, S. (2023). Learning theories for artificial intelligence promoting learning processes. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1125-1146.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/bjet.13341>
- Goda, Y., Yamada, M., Matsukawa, H., Hata, K., & Yasunami, S. (2014). Conversation with a Chatbot before an Online EFL Group Discussion and the Effects on Critical Thinking. *The Journal of Information and Systems in Education*, 13(1), 1-7. <https://doi.org/10.12937/ejsise.13.1>
- Gökçearsan, S., Tosun, C., & Erdemir, Z. G. (2024). Benefits, challenges, and methods of artificial intelligence (AI) chatbots in education: A systematic literature review. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 19-39.
- Grubaugh, S., Levitt, G., & Deever, D. (2023). Harnessing AI to Power Constructivist Learning: An Evolution in Educational Methodologies. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 1(3). <https://doi.org/10.59652/jetm.v1i3.43>
- Gweon, G., Jain, M., McDonough, J., Raj, B., & Rosé, C. P. (2013). Measuring prevalence of other-oriented transactive contributions using an automated measure of speech style accommodation. *International Journal of Computer-*

Supported Collaborative Learning, 8(2), 245-265.

<https://doi.org/10.1007/s11412-013-9172-5>

Halpern, D. F. (2013). *Thought and knowledge: An introduction to critical thinking*.

Psychology press.

Hernández Rojas, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles educativos*, 30(122), 38-77.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982008000400003

Herrera-Aguilar, M. (2022). La vinculación de políticas públicas para la integración de la inteligencia artificial en la educación mexicana. *Communication, technologies et développement*(11).

Hidalgo, C. G., Llanos Mosquera, J. M., & Bucheli Guerrero, V. A. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, 25(69), 196-

214. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/22487638.16934>

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial intelligence in education. In Globethics Publications.

Holmes, W., Hui, Z., Miao, F., & Ronghuai, H. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO Publishing.

Huberman, A. (2014). *Qualitative data analysis a methods sourcebook*.

Júdex-Orcasitas, J. J., Borjas, M. P., & Torres Saldaña, E. S. (2019). Evaluación de las habilidades del pensamiento crítico con la mediación de las TIC, en contextos de educación media.

- Kavitha, V., & Lohani, R. (2019). A critical study on the use of artificial intelligence, e-Learning technology and tools to enhance the learners experience. *Cluster Computing*, 22(3), 6985-6989. <https://doi.org/10.1007/s10586-018-2017-2>
- Kim, J., Lee, H., & Cho, Y. H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: perspectives of leading teachers for AI in education. *Education and Information Technologies*, 27(5), 6069-6104. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6>
- Kim, J., & Lee, S.-S. (2023). Are Two Heads Better Than One?: The Effect of Student-AI Collaboration on Students' Learning Task Performance. *TechTrends*, 67(2), 365-375. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00788-9>
- Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., & Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(1), 973-1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Lee, G.-G., Mun, S., Shin, M.-K., & Zhai, X. (2024). Collaborative Learning with Artificial Intelligence Speakers. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00526-y>
- Leś, T., & Moroz, J. (2021). More Critical Thinking in Critical Thinking Concepts (?) A Constructivist Point of View. *Journal for Critical Education Policy Studies (JCEPS)*, 19(1).
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e investigación*, 37(22), 41-60.
- Lopez Ruiz, C. d. P. (2021). Pensamiento crítico en estudiantes de educación superior: una revisión sistemática.

- MASTER MBA-SEVILLA. (26 febrero, 2023). MASTER MBA-SEVILLA. Obtenido de Pensamiento Crítico: <https://www.master-sevilla.com/empresas/pensamiento-critico/>
- Mai, D. T. T., Da, C. V., & Hanh, N. V. (2024). The use of ChatGPT in teaching and learning: a systematic review through SWOT analysis approach [Systematic Review]. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1328769>
- Mora, L. (2019). Teorías de aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 187-202. <https://doi.org/10.15359/rep.14-1.8>
- Morancho, V. I., & Rodríguez Mantilla, J. M. (2020a). Critical Thinking: conceptualization and relevance in higher education scenarios. *Revista de la educación superior*, 49(194), 9-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1121>
- Morancho, V. I., & Rodríguez Mantilla, J. M. (2020b). Pensamiento Crítico: conceptualización y relevancia en el seno de la educación superior. *Revista de la educación superior*, 49(194), 9-25.
- Muñoz-Guevara, E., Velázquez-García, G., & Barragán-López, J. F. (2021). Análisis sobre la evolución tecnológica hacia la Educación 4.0 y la virtualización de la Educación Superior. *Transdigital*, 2(4), 1-14.
- Peña, V. R. G., Marcillo, A. B. M., & Ramírez, J. A. Á. (2020). La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 28.
- Ramos, D. F., Ramos, D. G., Ramos, N. J., Tapia, V. M., & Tapia, L. I. (2023). Explorando las Fronteras: la Aplicación de Inteligencia Artificial en la Evaluación Educativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 5657-5672. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9108
- Rendón Rojas, M. Á. (2021). Una epistemología dialéctica para el análisis de la ciencia. *Palabra clave*, 10(2), 121-121.

- Robles, A. (2019). La formación del pensamiento crítico: habilidades básicas, características y modelos de aplicación en contextos innovadores. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 4(2), 15-27.
- Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Ean*, 179-200.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602017000100179&nrm=iso
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). War of the chatbots: Bard, Bing Chat, ChatGPT, Ernie and beyond. The new AI gold rush and its impact on higher education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1).
- Ryall, A., & Ablitt, S. (2023). “A Co-Pilot for Learning Design?”: Perspectives from Learning Designers on the Uses, Challenges, and Risks of Generative Artificial Intelligence in Higher Education. *ASCILITE Publications*, 525-530.
<https://doi.org/https://doi.org/10.14742/apubs.2023.513>
- Sadıkoğlu, E., Gök, M., M. Mıjwıl, M., & Kösesoy, İ. (2023). The Evolution and Impact of Large Language Model Chatbots in Social Media: A Comprehensive Review of Past, Present, and Future Applications [Büyük Dil Modelli Sohbet Robotlarının Sosyal Medyadaki Gelişimi ve Etkisi: Geçmiş, Günümüz ve Gelecekteki Uygulamalara İlişkin Kapsamlı Bir Derleme]. *Veri Bilimi*, 6(2), 67-76. <https://dergipark.org.tr/en/pub/veri/issue/81532/1400734>
- Seibert, S. A. (2021). Problem-based learning: A strategy to foster generation Z's critical thinking and perseverance. *Teaching and Learning in Nursing*, 16(1), 85-88.
- Soussan, G. (2003). *Enseñar las ciencias experimentales: didáctica y formación*. OREALC/UNESCO.
- Tanprasert, T., Fels, S. S., Sinnamon, L., & Yoon, D. (2024). *Debate Chatbots to Facilitate Critical Thinking on YouTube: Social Identity and Conversational Style Make A Difference* Proceedings of the CHI Conference on Human Factors

in Computing Systems, <conf-loc>, <city>Honolulu</city>, <state>HI</state>, <country>USA</country>, </conf-loc>.

<https://doi.org/10.1145/3613904.3642513>

UNESCO. (2023). *Education in the age of artificial intelligence*. Retrieved Junio from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387029_eng

Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>

Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36-45.

Yang, X. (2023). A Historical Review of Collaborative Learning and Cooperative Learning. *TechTrends*, 67(4), 718-728. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00823-9>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zoethout, H., Wesselink, R., Runhaar, P., & Mulder, M. (2017). Using Transactivity to Understand Emergence of Team Learning. *Small Group Research*, 48(2), 190-214. <https://doi.org/10.1177/1046496417691614>