

# MIDEC

## Diálogo Interamericano sobre Inteligencia Artificial en Educación Científica

Ignacio J. Idoyaga  
Jorge E. Maeyoshimoto



Idoyaga, Ignacio J.

Diálogo Interamericano sobre Inteligencia Artificial en Educación Científica / Ignacio J. Idoyaga ; Jorge E. Maeyoshimoto ; Compilación de Ignacio Julio Idoyaga ; Jorge Esteban Maeyoshimoto. - 1a ed. compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires. Instituto de Investigación en Educación Superior, 2025.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-29-2073-3

1. Ciencias de la Educación. 2. Inteligencia Artificial. I. Maeyoshimoto, Jorge E. II. Idoyaga, Ignacio Julio, comp. III. Maeyoshimoto, Jorge Esteban, comp. IV. Título.

CDD 378

Fecha de catalogación: diciembre de 2025

2025© Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin previa autorización escrita del editor.

El contenido de los trabajos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Diseño de portada y maquetación: Candela Lucero

Revisado por: Jorge Esteban Maeyoshimoto

©Universidad de Buenos Aires, Instituto de Investigación en Educación Superior

[www.iies.aduba.org.ar](http://www.iies.aduba.org.ar)

Av. Córdoba 2421 1º izq., CABA

ISBN 978-950-29-2073-3

Argentina

Hecho el depósito que establece la ley 11.723

# ÍNDICE

## PRÓLOGO

*Jorge E. Maeyoshimoto*

7

## LA INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

*Gisela Solange Álvarez, Andrea Mathilde Mebert y María Victoria Tuttolomondo*

9

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y APRENDIZAJE ACTIVO: REFLEXIONES CRÍTICAS DESDE LA ENSEÑANZA DEL CAMPO ELÉCTRICO MEDIANTE EL APRENDIZAJE COOPERATIVO

*David Alejandro Anzules Intriago y César Eduardo Mora Ley*

18

## USO DE LA IA EN LA ARGUMENTACIÓN: UNA EXPERIENCIA EN RESISTENCIA DE FLUIDOS

*Guillermina Ávila García*

27

## REFLEXIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

*Dina J. Carp, Marcela A. Rohr y Laura Cecchi*

43

## INTERPRETACIONES DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON: UNA REVISIÓN DESDE TEXTOS CLÁSICOS Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

*Ana Paula Corrales Casaravilla y Washington Meneses*

55

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL UNIVERSITARIO. IMPLICANCIAS Y DESAFÍOS.

*Mariela Ferreira-Gomes, Santiago Faraj, Claudia Filomatori y Mónica Montes*

65

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN: REPENSANDO EL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE DESDE LA AUTONOMÍA Y LA ACCIÓN

*Leonardo A. Funes, Juan Ferrante y María B. García*

77

<b>DESARROLLO PROFESIONAL DEL TUTOR PARA UN FUTURO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA</b>	
<i>Leandro Guerschberg</i>	92
<b>NUEVOS DESAFÍOS: IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES</b>	
<i>Maria Florencia Iannone</i>	109
<b>EL AULA DIGITAL: ENTRE LA AMENAZA Y LA OPORTUNIDAD PARA LA DOCENCIA</b>	
<i>Maria Gabriela Lorenzo y Darío Genovese</i>	126
<b>ANÁLISIS DE EXPLICACIONES SOBRE FENÓMENOS FÍSICOS DADAS POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b>	
<i>Carla Inés Maturano, Carina Alejandra Rudolph, Daniela Paola Quiroga y Sebastián Valverde</i>	141
<b>PRECISIONES E IMPRECISIONES EMPLEANDO CHATBOTS EN QUÍMICA: PUEDE FALLAR</b>	
<i>Andrea Micaela Monroy y Eduardo Gustavo Reciulschi</i>	162
<b>THE REVOLUTION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: POTENTIALS AND DILEMMAS</b>	
<i>Fábio Ferreira Monteiro, Wagner Ferreira da Silva, José Robson Maia y Paulo Victor Santos Souza</i>	171
<b>DIÁLOGOS DE UNA OBRA DE TÍTERES POR MEDIO DEL EMPLEO DE IA: DESMITIFICANDO SUPERHÉROES</b>	
<i>Franco Javier Ortiz</i>	189
<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A SOCIEDADE DE RISCO: PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO DE UMA UNIVERSIDADE VIRTUAL BRASILEIRA</b>	
<i>Júlia Chiti Pinheiro, Isabela Pereira Ferraz da Silva, Giuliano Reis y Aginaldo Robinson de Souza</i>	199
<b>POSIBLES USOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES QUE SE FORMAN COMO DOCENTES</b>	
<i>Beatriz Pérez Rodríguez, Fernanda Alvarado Paolino y Diego Laitano Vázquez</i>	218

**INTEGRAR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA  
PROMOVER LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA  
EN CLASES DE CIENCIAS NATURALES**

*Mariano Rodríguez-Malebrán, Leticia García-Romano y Maricel Occelli*

234

**NUEVO PARADIGMA EN EDUCACIÓN CIENTÍFICA:  
APRENDER CREANDO EN LA ERA DE LA IA**

*Carlos Marcelo Ruiz*

252

**FISICABOT: UNA AVENTURA EN LA ENSEÑANZA DE LA  
FÍSICA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

*Carlos Marcelo Ruiz y Analía Gabriela Travesino*

263

**L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE GÉNÉRATIVE S'INVITE DANS LA  
FORMATION DU PERSONNEL ENSEIGNANT AU QUÉBEC: LE CAS D'UN  
COURS À DISTANCE VISANT LA MOBILISATION PÉDAGOGIQUE DU  
NUMÉRIQUE**

*Isabelle Savard, Julie Beaupré, Laury Bédard, Gustavo Adolfo Angulo Mendoza,  
Hugo Chaume y Caroline Brassard*

273

**ENTRE ALGORITMOS Y SABERES: LA INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL COMO PRÓTESIS CRÍTICA EN LA ENSEÑANZA  
DE LAS CIENCIAS EN AMÉRICA LATINA**

*Narciso Verón-Rojas y Ignacio Julio Idoyaga*

290

**RECOMENDACIONES PARA EL USO DE INTELIGENCIA  
ARTIFICIAL EN EL DISEÑO DE TRABAJOS PRÁCTICOS  
EXPERIMENTALES DE FÍSICA**

*Erica Gabriela Zorrilla y  
Claudia Alejandra Mazzitelli*

299



## PRÓLOGO

Cada época formula sus propias preguntas. La actualidad parece haber elegido una pregunta escrita en lenguaje de máquina: ¿qué significa enseñar y aprender cuando los algoritmos participan de la conversación? En América Latina, donde las aulas han sido históricamente espacios de resistencia, de memoria y de construcción de futuro, la aparición de la inteligencia artificial (IA) no constituye sólo una innovación tecnológica. Representa un desplazamiento profundo en las formas de conocer, de vincularse y de ejercer ciudadanía.

En este marco, la educación científica y, en particular, la enseñanza de las ciencias naturales, adquiere un papel insoslayable: no sólo como puerta de acceso a los lenguajes con los que se describe el mundo, sino como campo decisivo para formar sujetos capaces de interpretar fenómenos, discutir evidencias y participar en debates públicos que afectan directamente la vida colectiva.

La IA irrumpió en la educación científica envuelta en promesas de eficiencia, inmediatez y neutralidad. Sin embargo, estas promesas conviven con interrogantes que atraviesan toda práctica pedagógica situada: ¿qué saberes son legitimados por los sistemas?, ¿qué desigualdades pueden ampliarse bajo la apariencia de automatización?, ¿qué sujetos quedan invisibilizados cuando las decisiones se delegan en modelos computacionales entrenados lejos de nuestras realidades? Las ciencias, en su dimensión educativa, se ven así interpeladas por un nuevo régimen de producción de conocimiento que exige lecturas críticas y contextualizadas.

En América Latina, donde conviven brechas tecnológicas, tradiciones culturales diversas y desafíos socioambientales urgentes, la educación científica no puede reducirse a la adopción instrumental de tecnologías, sino que debe sostener una función pública: habilitar comprensiones complejas del mundo natural, fomentar la participación informada y promover la capacidad de pensar con autonomía en sociedades crecientemente tecnificadas.

En este escenario, el presente volumen constituye una cartografía colectiva elaborada desde distintos territorios y experiencias del continente. Los capítulos que lo integran abordan la inteligencia artificial desde múltiples perspectivas: didácticas, epistemológicas, éticas, institucionales y sociopolíticas. Sus aportes no buscan consolidar un discurso homogéneo, sino ofrecer un espacio donde la complejidad pueda ser pensada sin atajos tecnocráticos. La pluralidad de enfoques reflejada en estas páginas muestra que, en América Latina, la relación entre IA y educación científica no puede comprenderse sin atender a la desigualdad estructural, las tensiones culturales y la riqueza epistémica que caracteriza a la región.

Ello incluye, necesariamente, reconocer las singularidades de la enseñanza de las ciencias naturales, históricamente tensionada entre la tradición experimental, las demandas curriculares, las limitaciones materiales y la necesidad de vincular el conocimiento científico con los problemas reales que atraviesan a nuestras comunidades.

Esta diversidad dialoga con el espíritu del MIDEc, una comunidad que concibe la educación científica como práctica crítica, colaborativa y socialmente situada. Su trabajo colectivo se inscribe en una tradición que disputa narrativas de poder, que promueve la justicia cognitiva y que reivindica pedagogías capaces de ofrecer horizontes más amplios que la mera instrumentalidad tecnológica. En ese sentido, este libro no se propone celebrar la inteligencia artificial ni advertir contra ella, sino comprenderla como parte de una conversación más amplia sobre los futuros educativos posibles, en la que las ciencias naturales desempeñan un rol central para enfrentar los desafíos ambientales, sanitarios, energéticos y sociales de la región.

En coherencia con esta perspectiva, es importante señalar que este prólogo ha sido generado con el apoyo de herramientas de inteligencia artificial. La intención es explícita: hacer visible el artificio para mostrar que la IA puede operar como mediadora del pensamiento sin sustituir el juicio, la ética ni la deliberación colectiva. Su presencia en este texto no se entiende como una concesión, sino como una invitación a reflexionar con mayor profundidad sobre las condiciones de producción del conocimiento en la era algorítmica.

El lector encontrará en las páginas que siguen una invitación a analizar críticamente el lugar de la inteligencia artificial en la educación científica; a interrogar sus usos, sus límites y sus posibilidades; y a participar de la construcción de marcos pedagógicos que acompañen no sólo el aprendizaje de las ciencias, sino también la formación de sujetos capaces de habitar tecnológicamente el mundo sin renunciar a la justicia, la inclusión y la dignidad.

Jorge E. Maeyoshimoto  
Noviembre de 2025

# LA INFLUENCIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Gisela Solange Álvarez – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Andrea Mathilde Mebert – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina

María Victoria Tuttolomondo – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina

## INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología ha transformado repetidamente el ámbito educativo a lo largo de la historia. Desde la invención de la imprenta hasta la masificación de Internet, cada hito ha marcado un cambio de paradigma en la manera en que el conocimiento es creado, almacenado y difundido. Hoy en día, la inteligencia artificial (IA) está impulsando una nueva revolución en la educación, particularmente en las universidades.

La pandemia de COVID-19 catalizó una rápida transformación en el ámbito educativo, acelerando la adopción de la inteligencia artificial y otras tecnologías. Con el cierre de las instituciones educativas y la necesidad de implementar modalidades de enseñanza remota, muchas universidades comenzaron a integrar herramientas de IA para facilitar el aprendizaje en línea y mejorar la experiencia del estudiante. Por ejemplo, las plataformas de aprendizaje adaptativo y sistemas de tutoría virtual se convirtieron en recursos esenciales para ayudar a los estudiantes a mantenerse al día con sus estudios en un entorno cada vez más desafiante (Sánchez et al., 2023). Además, la pandemia destacó la importancia de la flexibilidad y la accesibilidad en la educación, impulsando la creación de entornos de aprendizaje más inclusivos mediante el uso de tecnologías que permiten la personalización del aprendizaje (Galeas, 2021). Esta explosión de tecnologías educativas no sólo ha transformado la forma en que se imparten las clases, sino que también ha establecido un precedente para la futura integración de la IA en la educación, mostrando su potencial para enriquecer el aprendizaje y preparar a los estudiantes para un mundo laboral en constante cambio.

La IA promete mejorar la eficiencia del aprendizaje. Sin embargo, su implementación también presenta desafíos relacionados con la accesibilidad, la equidad y la adaptación de los sistemas educativos tradicionales. Este ensayo explora cómo la IA está afectando la educación universitaria en las ciencias experimentales (por ejemplo, física, química, biología), comparándola con otros hitos históricos en la evolución tecnológica educativa, y las consecuencias de no integrar eficazmente estas herramientas en la enseñanza superior.

## LOS INICIOS: LA IMPRENTA Y EL ACCESO AL CONOCIMIENTO

La invención de la imprenta por Johannes Gutenberg en 1440 representa uno de los cambios

más significativos en la historia de la educación y la difusión del conocimiento. Antes de la imprenta, la producción de libros era un proceso laborioso y costoso, realizado principalmente en monasterios. Los libros eran copiados a mano, lo que limitaba su disponibilidad y aumentaba su precio, convirtiéndolos en un lujo accesible solo para la élite adinerada y los académicos de instituciones religiosas. Con la llegada de la imprenta, se redujo drásticamente el costo de producción de libros, lo que permitió la impresión en masa de textos. Esta revolución democratizó el acceso al conocimiento y fomentó una cultura de lectura y aprendizaje entre las clases medias emergentes (Eisenstein, 2005). La imprenta no solo facilitó la difusión de obras literarias y filosóficas, sino que también jugó un papel crucial en la difusión de ideas científicas. Textos de autores como Copérnico, Galileo y Newton llegaron a un público mucho más amplio, lo que a su vez estimuló el desarrollo del método científico y la Revolución Científica.

Así y todo, la imprenta también enfrentó desafíos. La facilidad de acceso a la información llevó a la proliferación de textos erróneos y de baja calidad, lo que dificultó que los lectores discernieran información confiable. Esto resaltó la importancia de la figura del educador, quien debía guiar a los estudiantes en la interpretación crítica de la información disponible (Fritzsche, 2024). Así, la imprenta sentó las bases para una educación más inclusiva y accesible, pero también subrayó la necesidad de incentivar el pensamiento crítico.

## ENCARTA Y LA NUEVA ERA DE LA INFORMACIÓN

A finales del siglo XX, la educación vivió otro cambio radical con el advenimiento de los medios digitales. Encarta, lanzada por Microsoft en 1993, fue una de las primeras enciclopedias digitales que permitió a los estudiantes acceder a información de forma interactiva y multimedia. Esta enciclopedia no sólo proporcionó textos, sino también imágenes, videos, ofreciendo un enfoque más dinámico y amplio del aprendizaje en comparación con las enciclopedias impresas tradicionales (Sudarsana, 2020). Encarta permitió a los estudiantes explorar una amplia gama de temas científicos y académicos desde sus hogares, eliminando muchas de las barreras físicas que existían anteriormente. Pese a ello, su vida útil fue breve debido al surgimiento de Internet. La rapidez con la que la web comenzó a ofrecer acceso gratuito a información más actualizada y extensa llevó a que muchas herramientas educativas, incluida Encarta, quedaran obsoletas en poco tiempo (Cohen, 2009).

Si bien la digitalización facilitó el acceso al conocimiento, también surgieron preocupaciones sobre la calidad y precisión de la información disponible. La falta de revisión editorial en muchas plataformas digitales dio lugar a la difusión de información inexacta, lo que enfatizó la necesidad de habilidades de alfabetización mediática en los estudiantes (Diepeveen & Pinet, 2022).

## INTERNET Y LA REVOLUCIÓN DIGITAL

La masificación de Internet ha tenido un impacto transformador en la educación en todos los niveles. La facilidad de acceso a una vasta cantidad de información ha permitido que

los estudiantes se conviertan en aprendices activos, donde pueden investigar, colaborar y crear conocimiento en lugar de simplemente consumirlo. Las plataformas de aprendizaje en línea, como Coursera, edX y Khan Academy, han facilitado el acceso a cursos de instituciones de prestigio, brindando oportunidades de aprendizaje a estudiantes que, de otro modo, no tendrían oportunidad de acceder a estas experiencias educativas (Anderson, 2008).

No obstante, esta revolución digital también ha planteado desafíos. La sobreabundancia de información puede dificultar la capacidad para discernir fuentes de información confiables y desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Además, el acceso desigual a la tecnología ha creado disparidades en la educación, donde algunos estudiantes tienen recursos limitados para aprovechar las herramientas digitales disponibles (Selwyn, 2021). Estos desafíos resaltan la importancia de contar con educadores capacitados que puedan guiar al alumnado en la búsqueda de información confiable y en la formación de habilidades críticas, algo que también es esencial en la era de la inteligencia artificial.

## **INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: IMPACTO Y APLICACIONES**

Hoy en día, la inteligencia artificial se presenta como la próxima frontera en la educación, con el potencial de revolucionar aún más la enseñanza y el aprendizaje. Al igual que la imprenta, Encarta e Internet, la IA tiene la capacidad de transformar la forma en que se imparte el conocimiento y cómo los estudiantes lo apropián (Luckin et al., 2016). Su integración en la educación superior está permitiendo el desarrollo de herramientas que optimizan el aprendizaje y la evaluación, facilitando experiencias personalizadas y más efectivas.

Uno de los aspectos más revolucionarios de la IA en las ciencias experimentales es su capacidad para ofrecer simulaciones y laboratorios virtuales. Estas herramientas permiten realizar experimentos y análisis complejos sin necesidad de estar físicamente presentes en un laboratorio. En biología, química y física, plataformas como Labster utilizan inteligencia artificial para simular entornos de laboratorio, permitiendo la ejecución de experimentos avanzados desde computadoras (Labster, 2023; Klami, 2024). Esto representa una alternativa segura y accesible en contextos donde el acceso a laboratorios físicos es limitado.

Los laboratorios virtuales ofrecen numerosas ventajas en la educación científica. Facilitan la práctica en un entorno seguro sin exponerse a sustancias peligrosas y permiten repetir experimentos tantas veces como sea necesario, favoreciendo la comprensión de conceptos complejos (Deriba et al., 2023). Además, plataformas como ChemCollective brindan entornos simulados donde los estudiantes pueden interactuar con soluciones químicas y realizar prácticas sin riesgos (ChemCollective, 2022). Con todo, la falta de experiencia práctica con equipamiento y reactivos puede ser una desventaja en el ámbito profesional, ya que limita el desarrollo de habilidades manuales esenciales para la manipulación de materiales en un entorno de laboratorio real (Asare et al., 2023).

Además de las simulaciones, la IA también ha revolucionado la personalización del aprendizaje. Herramientas como Coursera y Khan Academy utilizan algoritmos de aprendizaje automático para adaptar su contenido a las necesidades específicas de cada estudiante, identificando áreas de dificultad y proporcionando recursos adicionales para mejorar la comprensión. En matemáticas, por ejemplo, sistemas como Cognitive Tutor analizan los patrones de respuesta de los estudiantes y ajustan las preguntas futuras para optimizar su aprendizaje (Lin et al., 2023).

A pesar de sus beneficios, la implementación de la IA en la educación plantea desafíos. La dependencia excesiva de estas tecnologías puede limitar la capacidad de los educadores para comprender el contexto individual de cada estudiante, lo que podría generar interpretaciones erróneas sobre su rendimiento académico (Zhai et al., 2024). Asimismo, el acceso desigual a la tecnología y la falta de formación docente pueden contribuir a ampliar la brecha digital en la educación superior (Božić, 2023; Buabeng-Andoh, 2012). Es fundamental que las instituciones implementen estrategias que garanticen un uso equitativo y responsable de estas herramientas, asegurando su integración efectiva en la enseñanza.

## RESISTENCIA AL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EDUCACIÓN

La resistencia al uso de nuevas tecnologías en la educación es un fenómeno recurrente que se ha observado a lo largo de la historia, desde la invención de la imprenta hasta la actual integración de la inteligencia artificial en las aulas. A pesar de las evidencias de que la imprenta democratizó el acceso al conocimiento, muchos educadores y académicos de la época expresaron preocupaciones sobre la calidad de la información impresa y la capacidad de los lectores para discernir lo relevante de lo superficial (Eisenstein, 2005). De manera similar, la llegada de Encarta como enciclopedia digital enfrentó críticas debido a la percepción de que su contenido, aunque accesible, podría no ser suficientemente riguroso o académico, lo que llevó a algunos educadores a preferir las enciclopedias tradicionales (Diepeveen & Pinet, 2022). Con el auge de Internet, la sobreabundancia de información ha generado inquietudes sobre la capacidad de los estudiantes para evaluar fuentes, lo que ha resultado en un escepticismo hacia las herramientas digitales (Selwyn, 2021). En la actualidad, la introducción de la inteligencia artificial en el aula ha sido recibida con una mezcla de entusiasmo y resistencia. Muchos docentes se sienten amenazados por la posibilidad de ser reemplazados por tecnologías automatizadas, además de la falta de formación en el uso de estas herramientas, lo que dificulta su integración efectiva en la currícula (Kamalov et al., 2023). Esta resistencia destaca la necesidad de un enfoque pedagógico que no sólo incorpore la tecnología, sino que también fomente la alfabetización crítica y el juicio evaluativo entre los estudiantes, asegurando que las innovaciones se utilicen para enriquecer el aprendizaje en lugar de obstaculizarlo (Anderson & Dron, 2011).

## NECESIDAD DE CAMBIO EN LA PEDAGOGÍA Y LA DIDÁCTICA

El auge de Encarta y la masificación de Internet trajeron consigo cambios profundos en la didáctica y la pedagogía. La disponibilidad instantánea de vastos recursos de información transformó la manera en que los estudiantes investigaban y aprendían, lo que a su vez presentó nuevos retos en la evaluación de conocimientos. Los educadores se enfrentaron a la dificultad de adaptar métodos tradicionales de enseñanza y evaluación en un contexto donde el acceso a la información era más rápido y extenso que nunca. Como señaló Selwyn (2021), la sobreabundancia de información en Internet demandó el desarrollo de nuevas habilidades críticas, como la capacidad de discernir entre fuentes fiables y no fiables, lo cual llevó a un rediseño de las estrategias pedagógicas hacia un enfoque en la alfabetización digital. Del mismo modo, la llegada de la inteligencia artificial plantea nuevos desafíos, ya que se hace cada vez más difícil evaluar de manera precisa la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes si las herramientas de IA pueden generar respuestas o realizar tareas académicas automáticamente (Luckin, 2017). Esto exige una reformulación de las prácticas de evaluación, donde los métodos tradicionales, como los exámenes escritos, podrían no ser adecuados en un contexto donde la IA juega un rol activo en la producción de conocimiento. Para afrontar este nuevo escenario, será necesario que las instituciones educativas incorporen métodos evaluativos que valoren habilidades complejas, como el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas en contextos reales (Anderson & Dron, 2011).

La incorporación de tecnologías emergentes como la IA en la educación exige una transformación profunda en la pedagogía y la didáctica. Tradicionalmente, los modelos educativos han seguido un enfoque centrado en la enseñanza, donde el profesor es la fuente primaria de conocimiento y los estudiantes son receptores pasivos. De todas formas, el auge de herramientas digitales ha impulsado la necesidad de adoptar un enfoque más centrado en el estudiante, que promueve el aprendizaje activo y la colaboración (Freire, 2005). Esta transición implica que los educadores deben redefinir sus roles, no solo como transmisores de información, sino como facilitadores del aprendizaje, guiando a los estudiantes en el uso crítico de la tecnología para resolver problemas y desarrollar habilidades de pensamiento crítico (Koehler & Mishra, 2009).

Además, la rápida evolución de la tecnología educativa ha puesto de manifiesto la necesidad de que los docentes reciban formación continua para utilizar eficazmente estas herramientas. La falta de preparación para integrar la inteligencia artificial en el aula puede llevar a una resistencia al cambio y limitar el potencial de estas tecnologías para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Asimismo, es fundamental que los docentes adapten sus métodos de evaluación para incluir no sólo el conocimiento factual, sino también la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos en contextos prácticos y reales, aprovechando las capacidades de simulación y análisis que la inteligencia artificial ofrece (Koehler & Mishra, 2009).

La pedagogía contemporánea debe enfocarse en desarrollar competencias digitales en los estudiantes, capacitándolos para navegar en un entorno de información saturado y para discriminar entre fuentes confiables y no confiables (Bitar, 2024). Esta transformación educativa no solo beneficiará a los estudiantes en su trayectoria académica, sino que también los preparará para un mercado laboral cada vez más influenciado por la tecnología, donde la adaptabilidad y el pensamiento crítico son habilidades clave. Por lo tanto, es imperativo que las instituciones educativas implementen estrategias que fomenten un aprendizaje significativo y un uso responsable de las tecnologías, garantizando así que los estudiantes estén equipados para enfrentar los desafíos del futuro.

## TUTORÍAS INTELIGENTES Y APRENDIZAJE PERSONALIZADO

La personalización del aprendizaje es otro de los grandes beneficios de la IA. Los sistemas de tutoría inteligentes pueden identificar las áreas de debilidad del alumnado y adaptar el contenido educativo para ayudarlos a mejorar. Esta capacidad es especialmente valiosa en las ciencias experimentales, donde los estudiantes a menudo tienen dificultades con conceptos abstractos o fórmulas matemáticas complejas.

Sistemas como Cognitive Tutor utilizan IA para analizar los patrones de respuesta de los estudiantes en problemas matemáticos y ajustar las preguntas futuras para mejorar su comprensión (Lin et al, 2023). Estos sistemas no sólo mejoran el rendimiento académico, sino que también permiten que ellos aprendan a su propio ritmo, algo que sería difícil de implementar en un entorno educativo tradicional.

## DESVENTAJAS Y DESAFÍOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

### ACCESIBILIDAD Y BRECHA DIGITAL

A pesar de las ventajas que ofrece la IA, su implementación también presenta desafíos. Uno de los principales problemas es la accesibilidad. Las universidades que no cuentan con los recursos necesarios para integrar tecnologías basadas en IA corren el riesgo de ampliar la brecha digital entre estudiantes e instituciones (Božić, 2023). Esto puede dar lugar a una situación en la que sólo aquellos estudiantes de instituciones mejor financiadas se beneficien de las herramientas avanzadas que la IA puede ofrecer, mientras que otros queden rezagados.

Desde hace tiempo, la falta de formación adecuada para los docentes también es una preocupación. Muchos educadores no están familiarizados con las tecnologías emergentes, lo que puede limitar su capacidad para integrar la IA en sus aulas (Buabeng-Andoh, 2012). Esto no sólo afecta la calidad de la enseñanza, sino que también puede generar una resistencia al cambio, lo que dificulta la adopción de nuevas herramientas y metodologías en el aula.

## ÉTICA Y SEGURIDAD

Otro desafío significativo es la ética en el uso de la inteligencia artificial. A medida que las universidades implementan estas tecnologías, deben ser conscientes de las implicaciones éticas que conlleva su uso, especialmente en relación con la privacidad de los datos de los estudiantes (Huang, 2023). La recopilación y el análisis de datos personales para personalizar el aprendizaje pueden plantear riesgos si no se manejan adecuadamente. Por lo tanto, es esencial que las instituciones establezcan políticas claras y transparentes sobre la gestión de datos para garantizar la confianza de los estudiantes en el uso de estas tecnologías.

Además, el uso de IA en el aula debe ser complementado con un enfoque en la educación ética. Los estudiantes deben ser capacitados para comprender no sólo cómo funcionan estas tecnologías, sino también sus implicaciones sociales y éticas. Esto incluye la comprensión de los sesgos que pueden estar presentes en los algoritmos y la importancia de la transparencia en la toma de decisiones automatizada (Slimi & Villarejo Carballido, 2023).

## CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la educación universitaria en ciencias experimentales, ofreciendo herramientas innovadoras para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Sin embargo, esta transformación no está exenta de desafíos. La integración efectiva de la IA en el entorno educativo requerirá que las instituciones aborden cuestiones de accesibilidad, equidad y formación docente.

Como se ha visto en la historia de la educación, cada avance tecnológico trae consigo tanto oportunidades como desafíos. La clave para el éxito radica en la capacidad de los educadores para adaptarse y encontrar un equilibrio entre las nuevas tecnologías y los métodos tradicionales de enseñanza. La IA no debe ser vista como un sustituto de la educación tradicional, sino como un complemento que, bien utilizado, puede enriquecer el aprendizaje y preparar a los estudiantes para un futuro en un mundo laboral en constante evolución.

La experiencia histórica nos enseña que el progreso en la educación requiere no sólo la implementación de nuevas tecnologías, sino también la reflexión crítica sobre su uso. Al igual que en el pasado, donde la imprenta y el acceso a la información cambiaron la educación, la inteligencia artificial tiene el potencial de hacerlo nuevamente. No obstante, es fundamental que los educadores y las instituciones estén preparados para guiar a los estudiantes en el uso ético y efectivo de estas herramientas, para asegurar que todos tengan acceso a las oportunidades que ofrecen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, T. (2008). *The theory and practice of online learning*. Athabasca University Press.
- Anderson, T., & Dron, J. (2011). Three generations of technology in distance education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 80–97. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890>
- Asare, S., Amoako, S., Biilah, D., & Apraku, T. (2023). The use of virtual labs in science education: A comparative study of traditional labs and virtual environments. *Journal Name*, 4, 6563–6569.
- Baker, R., D'Mello, S. K., Rodrigo, M. M., & Graesser, A. C. (2010). Better to be frustrated than bored: The incidence, persistence, and impact of learners' cognitive-affective states during interactions with three different computer-based learning environments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68, 223–241. <https://doi.org/10.1016/j.ijhc-s.2009.12.003>
- Betz, U. A. K., Loukik, A., Assal, R. A., Azevedo, H., Baldwin, J., Becker, M. S., Bostock, S., Cheng, V., Egle, T., Ferrari, N., Schneider-Futschik, E. K., Gerhardy, S., Hammes, A., Harzheim, A., Herget, T., Jauset, C., Kretschmer, S., Lammie, C., Kloss, N., Marquis Fernandes, S., Mitrofan, C. G., Myrgorodska, I., Nedbalek, D., Neumann, S. G., Paffenholz, S., Pascual Ponce, L., Rogell, B., Savic, D., Velikova, G., Schumacher, C., Weisshaar, N., Yahya, M., Yang, J. Y. C., & Zhao, G. (2023). Game changers in science and technology—Now and beyond. *Technological Forecasting and Social Change*, 193, Article 122588. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122588>
- Bitar, N., & Davidovich, N. (2024). Transforming pedagogy: The digital revolution in higher education. *Education Sciences*, 14(8), Article 811. <https://doi.org/10.3390/educsci14080811>
- Božić, V. (2023). *Risks of digital divide in using artificial intelligence (AI)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18156.13443>
- Buabeng-Andoh, C. (2012). Factors influencing teachers' adoption and integration of information and communication technology into teaching: A review of the literature. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 8(1), 136–155. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1084227.pdf>
- ChemCollective. (2022). *Virtual labs*. <https://chemcollective.org>
- Cohen, N. (2009, March 30). Microsoft Encarta dies after long battle with Wikipedia. *The New York Times*. <https://archive.nytimes.com/bits.blogs.nytimes.com/2009/03/30/microsoft-encarta-dies-after-long-battle-with-wikipedia/>
- Deriba, F., Saqr, M., & Tukiainen, M. (2023). *Exploring barriers and challenges to accessibility in virtual laboratories: A preliminary review*. [https://www.researchgate.net/publication/370779601\\_Exploring\\_BARRIERS\\_and\\_CHALLENGES\\_to\\_ACCESSIBILITY\\_in\\_Virtual\\_Laboratories\\_A\\_Preliminary\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/370779601_Exploring_BARRIERS_and_CHALLENGES_to_ACCESSIBILITY_in_Virtual_Laboratories_A_Preliminary_Review)
- Diepeveen, S., & Pinet, M. (2022). User perspectives on digital literacy as a response to misinformation. *Development Policy Review*, 40(Suppl. 2), e12671. <https://doi.org/10.1111/dpr.12671>
- Eisenstein, E. L. (2005). *The printing revolution in early modern Europe*. Cambridge University Press.

- Freire, P. (2005). *Pedagogy of the oppressed*. Continuum.
- Fritzsche, D. (2024). Civilizational change and the printing press. *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/pulse/civilizational-change-printing-press-david-fritzsche>
- Galeas, I. P. M. (2024). Innovación educativa en el siglo XXI: Revolucionando el aula. *Yachana Revista Científica*, 13(2), 98–118. <https://doi.org/10.62325/yachana.v13.n2.2024.925>
- González González, C. (2023). *El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12467.60965>
- Huang, L. (2023). Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection. *Science Insights Education Frontiers*, 16, 2577–2587. <https://doi.org/10.15354/sief.23.re202>
- Kamalov, F., Santandreu Calonge, D., & Gurrib, I. (2023). New era of artificial intelligence in education: Towards a sustainable multifaceted revolution. *Sustainability*, 15(16), Article 12451. <https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Klami, A., Damoulas, T., Engkvist, O., Rinke, P., & Kaski, S. (2024). Virtual laboratories: Transforming research with AI. *Data-Centric Engineering*, 5(19). <https://doi.org/10.1017/dce.2024.15>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70.
- Labster. (2023). *Virtual labs*. <https://www.labster.com/>
- Lin, C. C., Huang, A. Y. Q., & Lu, O. H. T. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 10, Article 41. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y>
- Luckin, R. (2017). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. UCL Institute of Education Press.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Sánchez, I. V. M. D. O., Bravo, M. G. E., Reyes, A. T. C., Marín, H. J. V., & Chacha, A. G. O. (2023). *EduTrends: Navegando en la era digital de la educación*. Editorial Investigativa Latinoamericana (SciELa).
- Selwyn, N. (2021). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury Publishing.
- Slimi, Z., & Villarejo Carballido, B. (2023). Navigating the ethical challenges of artificial intelligence in higher education: An analysis of seven global AI ethics policies. *TEM Journal*, 12(2), 590–602. <https://doi.org/10.18421/TEM122>
- Sudarsana, I. K., Arini, N. W., Mastini, G. N., Sukerni, N. M., & Pusparini, L. D. (2020). *Learning media: The development and its utilization*. Yayasan Ahmar Cendekia Indonesia.
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>

# **INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA Y APRENDIZAJE ACTIVO: REFLEXIONES CRÍTICAS DESDE LA ENSEÑANZA DEL CAMPO ELÉCTRICO MEDIANTE EL APRENDIZAJE COOPERATIVO**

David Alejandro Anzules Intriago – Universidad Técnica de Manabí, Ecuador  
César Eduardo Mora Ley – Instituto Politécnico Nacional, México

## **INTRODUCCIÓN**

La enseñanza de la física a nivel superior enfrenta desafíos persistentes, particularmente en conceptos abstractos como el campo eléctrico, donde la combinación de abstracción matemática y representación conceptual dificulta el aprendizaje significativo (Furió & Guisasola, 1998; Campos et al., 2019). Tradicionalmente, los enfoques expositivos donde la información fluye en un solo sentido del instructor al estudiante han dominado la educación en ciencias (Prince, 2004). Sin embargo, metodologías como el Aprendizaje Activo han demostrado ser más efectivas para fomentar la comprensión profunda. En este contexto, la integración de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en entornos educativos surge como una herramienta de apoyo para profesores y estudiantes, capaz de personalizar el aprendizaje, además de proporcionar valiosos recursos para mejorar la experiencia de aprendizaje (Brenneau et al., 2023).

De acuerdo con investigaciones recientes en el campo de la física educativa, la IA puede desempeñar un papel clave en la facilitación del Aprendizaje Activo, ya que promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y permite a los estudiantes resolver problemas y recibir respuestas instantáneas a preguntas complejas (Bitzenbauer, 2023; Liang et al., 2023). No obstante, la implementación de estas tecnologías también ha generado preocupaciones sobre sus posibles efectos negativos en la educación, como la dependencia excesiva de los estudiantes en estas herramientas, la privacidad de los datos, falta de transparencia respecto a las fuentes de información, la imprecisión de los contenidos y los riesgos éticos asociados a su uso (Mellado, 2024).

El presente capítulo analiza críticamente cómo la IAGen, en sinergia con el Aprendizaje Cooperativo (AC), puede transformar la enseñanza del campo eléctrico, equilibrando sus beneficios con sus limitaciones. A través de una perspectiva crítica y reflexiva, buscaremos ofrecer una visión equilibrada sobre el impacto de estas tecnologías emergentes en la educación científica, destacando herramientas como ChatGPT que ofrecen posibilidades de personalización y retroalimentación inmediata.

## IA GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN

La IAGen se refiere a modelos de IA que utilizan algoritmos avanzados para analizar patrones en grandes conjuntos de datos y, a partir de ellos, crear contenido original como audio, textos, imágenes, videos y código (Ronge et al. 2024, Kulkarni et al. 2023). La IAGen es capaz de crear contenido de manera automática en respuesta a comandos escritos en una serie de interfaces de lenguaje natural (prompts por su significado en inglés).

El modelo de IA generativa más reconocido actualmente es el ChatGPT, el cual es un modelo de lenguaje de gran tamaño basado en un transformador generativo pre-entrenado (GPT) de donde toma su nombre esta tecnología desarrollada por la empresa OpenAI. Otros son Claude de Anthropic, Gemini de Google, entre otros.

La IA en el sector educativo ha evolucionado con el tiempo, comenzando desde la tecnología informática basada únicamente en computadores, hasta llegar a sistemas educativos inteligentes basados en la web, el uso de chatbots y otras tecnologías que puedan lograr mejoras en la calidad instruccional y adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes (Chen et al.2020).

Esta tecnología tiene un potencial inmenso en el campo de la educación. Puede crear materiales de aprendizaje personalizados, generar entornos simulados para experiencias de aprendizaje inmersivas y desarrollar contenidos educativos interactivos.

Además, las plataformas basadas en IAGen también ofrecen la posibilidad de mejorar la evaluación y retroalimentación. Mediante el análisis de patrones en las respuestas de los estudiantes, la IA puede identificar áreas donde los estudiantes presentan mayor dificultad y proporcionar recomendaciones específicas para mejorar su rendimiento.

## EL APRENDIZAJE ACTIVO Y COOPERATIVO CON IA

El Aprendizaje Activo ha demostrado ser una metodología eficaz en la Enseñanza de la Física, ya que promueve la participación directa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En este caso el AC es un entorno educacional en donde los estudiantes trabajan juntos en grupos pequeños para lograr una meta (Johnson, Johnson & Holubec, 1993; Slavin, 2014).

El AC se basa en las siguientes premisas: Responsabilidad individual, cada estudiante del grupo es responsable de cumplir con las tareas asignadas. Promover la interacción, esta ocurre cuando los estudiantes facilitan y se animan unos a otros cuando cumplen con la tarea. Habilidades sociales, en esta se encuentran la comunicación, el liderazgo y la resolución de conflictos que permitirá al grupo permanecer unido. Interdependencia positiva, significa que los estudiantes pueden tener éxito o fallar como grupo, esto se debe a que el éxito del grupo es el resultado de las contribuciones que hace cada estudiante. Procesamiento grupal, permite al grupo examinar las áreas en donde se pueden detectar fallas para lograr mejorarlas

(Johnson & Johnson, 1989; Johnson, Johnson, & Holubec, 1993).

El Aprendizaje Cooperativo, por su parte se apoya en la interacción entre estudiantes para resolver problemas y construir conocimiento. Investigaciones como la de Usman et al. (2022) han demostrado que esta metodología mejora el rendimiento académico en temas complejos de física, como el campo eléctrico, al fomentar un aprendizaje más profundo y colaborativo.

Razzouk y Johnson (2012) y Johnson y Johnson (2019) enfatizan la importancia del Aprendizaje Cooperativo como base para el Aprendizaje Activo. La IA generativa con herramientas como ChatGPT, pueden complementar este enfoque al facilitar la interacción inmediata y personalizada con los estudiantes.

De acuerdo con un estudio realizado por Baidoo-Anu y Owusu (2023) hay evidencia que respalda los beneficios del ChatGPT relacionados con su aplicación en la educación, y presenta algunas formas en las que se puede utilizar para mejorar el proceso de aprendizaje entre las que destaca la tutoría personalizada, el aprendizaje interactivo y el aprendizaje adaptivo.

El chatGPT puede facilitar el Aprendizaje Activo al proporcionar retroalimentación inmediata y personalizada, lo que permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo. La aplicación del Aprendizaje Cooperativo a través del chatGPT no solo permite que los estudiantes generen nuevas ideas y estructuras cognitivas, sino que también coordina eficientemente la dirección y velocidad del trabajo en equipo.

## **LA ENSEÑANZA DEL CAMPO ELÉCTRICO COMO DESAFÍO DIDÁCTICO**

El estudio de la electricidad, y especialmente de la electrostática, abarca uno de los conceptos más complejos en el campo de la física: el campo eléctrico. Sin embargo, esta complejidad no radica únicamente en la dificultad intrínseca del concepto, sino en su alto nivel de abstracción. Comprender cómo una fuerza invisible actúa sobre cargas en el espacio representa un desafío significativo para los estudiantes.

Además, el concepto de campo eléctrico se entrelaza con otros, como la ley de Coulomb, el potencial eléctrico y la energía potencial eléctrica. Esta interconexión de conceptos puede dificultar su asimilación, ya que requiere que los estudiantes integren múltiples ideas para lograr una comprensión profunda.

Según Furió et al. (2003), las dificultades para lograr un aprendizaje significativo no solo dependen de la complejidad del contenido, sino también de la forma en que se enseña. Estas dificultades están estrechamente vinculadas a concepciones alternativas arraigadas, derivadas tanto de experiencias cotidianas como de la instrucción previa.

Numerosos estudios han explorado las dificultades de aprendizaje vinculadas a este tema (Törnkvist, 1993; Guisasola, 1994; Furió, 1998; Campos et al., 2019; 2020). Investigaciones como las de Törnkvist et al. (1993) revelan que los estudiantes suelen confundir las líneas de

campo con trayectorias de cargas, mientras que Campos et al. (2020) identifican dificultades para reconocer las características del campo eléctrico en sus tres representaciones más relevantes (notación algebraica, gráficos de campos vectoriales y diagramas de líneas de campo eléctrico), así como para realizar conversiones entre ellas.

Ante las dificultades documentadas, se hace evidente la necesidad de enfoques innovadores en la enseñanza del campo eléctrico. Las metodologías activas, que involucran a los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, han mostrado resultados prometedores. Campos et al. (2021) demostraron en contextos de aprendizaje activo, como la argumentación científica junto con la instrucción por pares, pueden mejorar significativamente la comprensión conceptual de fenómenos relacionados con la electricidad.

En este contexto, las tecnologías emergentes como la IAGen ofrecen posibilidades interesantes para abordar estos desafíos didácticos. Su capacidad para generar visualizaciones dinámicas, proporcionar retroalimentación personalizada y adaptar las explicaciones a los modelos mentales de cada estudiante podría complementar efectivamente las estrategias de aprendizaje activo.

## BENEFICIOS DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La IAGen, representada por herramientas como ChatGPT, ha comenzado a ser explorada en el ámbito educativo por su capacidad de personalizar el aprendizaje, proporcionar retroalimentación en tiempo real y fomentar una mayor interacción entre estudiantes y contenido ofreciendo de esta manera experiencias de aprendizaje personalizadas, y adaptables. Este enfoque de acuerdo con Kotsis (2024), es beneficioso de manera particular en Física donde la comprensión conceptual suele ser un desafío debido a la naturaleza abstracta de la asignatura misma.

La inclusión de IA en la Enseñanza de la Física ofrece diversas ventajas. Primero, permite una mayor personalización del aprendizaje. Al proporcionar a los estudiantes recursos adicionales y asistencia en tiempo real, la IA puede adaptarse a las necesidades individuales, ayudando a aquellos que enfrentan dificultades con los conceptos teóricos y matemáticos. Liang et al. (2023) destacan que el uso de IA en la resolución de problemas físicos complejos facilita la comprensión de conceptos abstractos al descomponer problemas en componentes más manejables.

En segundo lugar, la IA fomenta un entorno de aprendizaje más interactivo y colaborativo. ChatGPT, al generar preguntas y respuestas sobre los contenidos, estimula la discusión y el intercambio de ideas entre los estudiantes, reforzando el Aprendizaje Cooperativo. Esto es coherente con los estudios de Alneyadi y Wardat (2023), quienes demostraron que el uso de IA en la enseñanza del magnetismo mejoró significativamente el rendimiento de los estudiantes al involucrarlos más activamente en su proceso de aprendizaje.

Otro beneficio clave de la IA es su capacidad para proporcionar retroalimentación inmediata, personalizada y detallada. Los sistemas avanzados de IAGen no solo identifican errores en la resolución de problemas, sino que pueden analizar el razonamiento subyacente e identificar conceptos erróneos específicos que podrían estar causando esas dificultades. Un estudio realizado por Wan y Chen (2024) demostró la viabilidad de utilizar IAGen como asistente para generar retroalimentación consistente y de calidad, con el potencial de mejorar la comprensión conceptual de los estudiantes en los cursos introductorios de física.

Más allá de la comprensión conceptual, la IA enfocada apropiadamente puede apoyar el desarrollo de competencias científicas de orden superior, como el razonamiento científico, el pensamiento crítico y las habilidades metacognitivas. Estas competencias son particularmente importantes en física, donde la construcción de modelos mentales robustos y la capacidad de evaluar críticamente esos modelos son fundamentales para el aprendizaje avanzado.

## LIMITACIONES Y DESAFÍOS DE LA IA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

A pesar de sus ventajas, la integración de la IA en la educación superior presenta desafíos considerables. Uno de los principales problemas es la posible dependencia excesiva de los estudiantes en las herramientas de IA, lo que podría reducir su capacidad para resolver problemas de forma independiente. Van Wyk (2024) señala que los académicos están preocupados por el hecho de que el uso extendido de ChatGPT pueda disminuir la capacidad de pensamiento crítico de los estudiantes.

Otro desafío radica en la ética de su uso, Torres y Mayo (2023) advierten sobre los riesgos de plagio y deshonestidad académica que pueden surgir del uso no regulado de chatbots de IA en la educación. Si bien la IA puede facilitar el aprendizaje, también puede llevar a que los estudiantes eludan el proceso de aprendizaje genuino, limitando el desarrollo de habilidades cognitivas clave.

Un estudio de la UNESCO (2024) sobre la IA generativa analizó su impacto y uso en educación e investigación, ofreciendo recomendaciones para políticas y regulaciones que aseguren un uso ético y efectivo. Destaca la protección de la privacidad de los datos y un enfoque centrado en el ser humano, promoviendo la equidad, inclusión y diversidad cultural. Además, analizó riesgos como la dependencia excesiva y la necesidad de validar la idoneidad pedagógica de estas herramientas.

Kosslyn (2024) categoriza las limitaciones del uso de la IA en el Aprendizaje Activo en tres áreas principales: interpretativas y cognitivas, de interacción y respuesta emocional, y sociales y societarias.

Las limitaciones interpretativas y cognitivas reflejan la falta de comprensión e interpretación genuinas de la IA, así como su dependencia de datos de entrenamiento que pueden

estar sesgados, incompletos u obsoletos. Por otro lado, la IA presenta limitaciones en su interacción con los usuarios, atribuibles en parte a su incapacidad para experimentar emociones. En cuanto a las limitaciones sociales y societarias, estas hacen referencia a cómo estas tecnologías pueden influir negativamente en el comportamiento social humano y en la sociedad en general.

Aunado a esto, la implementación de IA en entornos educativos requiere una infraestructura tecnológica adecuada y capacitación docente. Sin estos elementos, la inclusión de la IA puede agravar las desigualdades educativas, ya que no todos los estudiantes tendrán el mismo acceso a la tecnología y a la orientación necesaria para aprovechar al máximo estas herramientas.

### **REFLEXIONES CRÍTICAS SOBRE LA VIABILIDAD DEL USO DE LA IA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

La viabilidad del uso de la IA en la enseñanza de la física depende de varios factores. En primer lugar, es crucial que la implementación de la IA esté acompañada de una guía pedagógica sólida que evite el uso superficial de las herramientas. La investigación de Prondoza y Panoy (2022) sobre la autorregulación del aprendizaje sugiere que la IA puede ser un facilitador valioso si se integra de manera que promueva la reflexión crítica y el aprendizaje autorregulado. En este sentido, la IA no debe reemplazar la enseñanza activa, sino complementarla, proporcionando a los estudiantes recursos adicionales para mejorar su comprensión y práctica.

En términos de infraestructura, la viabilidad de estas propuestas también depende del acceso a la tecnología. No todos los estudiantes pueden tener el mismo acceso a las herramientas de IA, lo que podría exacerbar las brechas de rendimiento académico. Para que estas propuestas sean efectivas, se necesita garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a la tecnología necesaria y que los docentes estén capacitados para integrarla de manera adecuada en sus métodos de enseñanza.

La investigación de Bitzenbauer (2023) sobre actividades fáciles de implementar con ChatGPT en la enseñanza de la física revela que la integración más efectiva ocurre cuando las herramientas de IA se incorporan dentro de secuencias didácticas cuidadosamente diseñadas, con objetivos de aprendizaje explícitos y actividades complementarias que promueven la construcción activa de conocimiento.

En lo que respecta al Aprendizaje Cooperativo este emerge como un contexto particularmente favorable para la integración de IA en la enseñanza de la física. Las investigaciones revisadas demuestran que las estructuras cooperativas promueven discusiones conceptuales profundas que facilitan la comprensión de conceptos físicos complejos. Usman et al. (2022) demostraron que el uso de la estrategia Jigsaw II mejoró el rendimiento en física al involucrar a los estudiantes en discusiones colaborativas sobre conceptos complejos. Cuando se combina adecuadamente con la IA, el Aprendizaje Cooperativo puede ayudar a mitigar algunas de las limitaciones mencionadas, promoviendo un entorno en el que los estudiantes se apoyen

mutuamente y utilicen la IA como un recurso para profundizar su comprensión.

## CONCLUSIONES

La inclusión de la Inteligencia Artificial en la educación superior, y en particular en la enseñanza de la física, ofrece oportunidades significativas para transformar el aprendizaje, en especial en temas del electromagnetismo en donde se tienen conceptos abstractos, tales como campo de fuerzas, potencial eléctrico y magnético, etc. Las representaciones visuales dinámicas y las simulaciones interactivas que pueden generarse mediante IA podrían ayudar a los estudiantes a construir modelos mentales más precisos de estos conceptos abstractos, facilitando la transición desde concepciones alternativas hacia comprensiones científicamente correctas.

El Aprendizaje Cooperativo, respaldado por IA, representa un enfoque innovador que puede mejorar tanto el rendimiento académico como la comprensión conceptual de los estudiantes. La integración de la IA en un entorno cooperativo puede potenciar estas dinámicas al proporcionar información precisa y análisis rápidos que alimenten las discusiones grupales, siempre que se mantenga el énfasis en la interacción humana directa como componente esencial del proceso de aprendizaje.

No obstante, se requiere una reflexión crítica continua sobre los límites de la IA y su impacto en las habilidades cognitivas y sociales de los estudiantes. Si bien la Inteligencia Artificial se perfila como un nuevo paradigma en la educación, es necesario reflexionar e investigar sobre sus potencialidades y desventajas, para obtener los mejores resultados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Finalmente, se debe reconocer que nos encontramos en una etapa temprana de la integración de IA en educación, lo que demanda un enfoque de investigación continua y evaluación crítica. A futuro, es fundamental continuar investigando los impactos a largo plazo de la IA en la educación, así como diseñar estrategias que permitan maximizar sus beneficios sin comprometer la formación integral del estudiante.

En conclusión, la IA representa una herramienta poderosa con el potencial de transformar la enseñanza de la física, especialmente cuando se implementa dentro de marcos pedagógicos como el Aprendizaje Activo. El verdadero desafío consiste en aprovechar las capacidades de la IA para potenciar, no reemplazar, las dimensiones humanas que son esenciales en el proceso educativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alneyadi, S., & Wardat, Y. (2023). ChatGPT: Revolutionizing student achievement in the electromagnetism unit. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), Article ep448.

- <https://doi.org/10.30935/cedtech/13417>
- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52–62. <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>
- Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), Article ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- Bruneau, P., Wang, J., Cao, L., & Trương, H. (2023). The potential of ChatGPT to enhance physics education in Vietnamese high schools. *EdArXiv*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/36qw9>
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2019). Electric field lines: The implications of students' interpretation on their understanding of the concept of electric field and of the superposition principle. *American Journal of Physics*, 87(8), 660–667. <https://doi.org/10.1119/1.5100588>
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2020). Students' understanding of the concept of the electric field through conversions of multiple representations. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.16.010135>
- Campos, E., Zavala, G., Zuza, K., & Guisasola, J. (2021). Argumentation in the teaching of electrical circuits by applying active learning. *Revista Brasileira de Ensino de Física*.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>
- ElSayary, A. (2024). Integrating generative AI in active learning environments: Enhancing metacognition and technological skills. *Proceedings of the International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics*, 135–138.
- Furió, C., & Guisasola, J. (1998). Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, 82(4), 511–526. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(199807\)82:4<511::aid-sce6>3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(199807)82:4<511::aid-sce6>3.0.co;2-e)
- Furió, C., Guisasola, J., Almudí, J. M., & Ceberio, M. (2003). Learning the electric field concept as oriented research activity. *Science Education*, 87(5), 640–662. <https://doi.org/10.1002/sce.10100>
- Guisasola, J., & Furió, C. (1994). Dificultades en el aprendizaje significativo de algunos conceptos de electrostática. *Revista Investigación en la Escuela*, 23, 103–114. <https://doi.org/10.12795/IE.1994.i23.10>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Social interdependence theory and university instruction: Theory into practice. *Swiss Journal of Psychology*, 61(3), 119–129. <https://doi.org/10.1024/1421-0185.61.3.119>
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. (1993). *Cooperation in the classroom*. Interaction Book Company.
- Kotsis, K. T. (2024). ChatGPT as teacher assistant for physics teaching. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2(4). <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i4.283>
- Kosslyn, S. M. (2024). *Active learning with AI: A practical guide*. Alinea Learning.
- Kulkarni, A., Shivananda, A., Kulkarni, A., & Gudivada, D. (2023). *Applied generative AI for beginners: Practical knowledge on diffusion models, ChatGPT, and other LLMs*. Apress.

- Liang, Y., Zou, D., Xie, H., & Wan, F. L. (2023). Exploring the potential of using ChatGPT in physics education. *Smart Learning Environments*, 10, Article 52. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00273-7>
- Mellado, R. (2024). Risks of generative artificial intelligence in higher education: A critical perspective. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 6(9), 226–238.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Prondoza, G. R., & Panoy, J. F. (2022). Development of chatbot supplementary tool in science and the self-regulated learning skills among Grade 10 students. *Asia Pacific Journal of Advanced Education and Technology*, 107–116. <https://doi.org/10.54476/apalet/95445>
- Razzouk, R., & Johnson, T. E. (2012). Cooperative learning. En N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 812–815). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_207](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_207)
- Ronge, R., Maier, M., & Rathgeber, B. (2024). Defining generative artificial intelligence: An attempt to resolve the confusion about diffusion. *PhilPapers*. <https://philpapers.org/rec/RONDGA>
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement: Why does groupwork work? *Annals of Psychology*, 30(3), 785–791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.20120>
- Torres, J., & Mayo, C. (2023). AI eroding AI? A new era for artificial intelligence and academic integrity. *Faculty Focus*.
- Törnkvist, S., Pettersson, K.-A., & Tranströmer, G. (1993). Confusion by representation: On students' comprehension of the electric field concept. *American Journal of Physics*, 61(4), 335–338. <https://doi.org/10.1119/1.17265>
- UNESCO. (2024). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org/es/open-access/cc-sa>
- Usman, A., Akanbi, A. O., Usman, R. S., & Yusuf, A. A. (2022). Effects of Jigsaw II cooperative learning strategy on senior school students' performance in physics in Lafiagi, Kwara State, Nigeria. *Journal of Curriculum and Instruction*, 14(1), 19–30. <https://jci-ilorin.org.ng/index.php/jci/article/view/95>
- Van Wyk, M. M. (2024). Is ChatGPT an opportunity or a threat? Preventive strategies employed by academics related to a GenAI-based LLM at a faculty of education. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 7(1), 35–45. <https://doi.org/10.37074/jalt.2024.7.1.15>
- Wan, T., & Chen, Z. (2024). Exploring generative AI assisted feedback writing for students' written responses to a physics conceptual question with prompt engineering and few-shot learning. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1103/physrevphysedres.20.010152>

# USO DE LA IA EN LA ARGUMENTACIÓN: UNA EXPERIENCIA EN RESISTENCIA DE FLUIDOS

Guillermina Ávila García – Instituto Politécnico Nacional, México

## INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) ha tomado un papel muy importante dentro de la educación, la combinación de algoritmos avanzados, grandes volúmenes de datos educativos y sistemas de aprendizaje automatizado ha abierto nuevas posibilidades para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje (Ibarra et al., 2023), pero también algunos riesgos de su uso en la educación.

La IA es una combinación de tecnologías que agrupa datos, algoritmos y capacidad informática (European Commission, 2020a), la estrategia de IA la define como “la ciencia e ingeniería que permite diseñar y programar máquinas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia (Ministerio de Ciencia Innovación y Universidades, 2019).

Por otro lado, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ODS) de la Agenda 2030 señala la relevancia de la IA, pero convenientemente desde los valores éticos y jurídicos considerando los desafíos que esta impone.

González (2024) enfatiza que ChatGPT y Copilot son herramientas de IA que han cobrado relevancia debido a la agilidad en sus respuestas, su lógica, la interrelación directa con los usuarios mediante un lenguaje claro. Sin embargo, la literatura y la experiencia propia indica que no solo la estructura sino el procedimiento de la IA da lugar a cuestionamientos, ProLehre (2023) indica que el generador de textos, al no tener datos para responder, se los inventa y arroja una especie de alucinación informática, considerando que la IA no logra distinguir entre ficción y realidad.

Santillán (2023) indica que la euforia que desata ChatGPT distrae y no nos deja cuestionarlo por lo que Santillán sugiere desarrollar un pensamiento que permita discernir de manera más precisa que es lo que la IA puede hacer bien y qué no puede hacer también.

De este modo, es importante que el docente de sentido a la enseñanza en el aspecto de resignificar los planteamientos en la física, cómo el estudiante puede desarrollar argumentos consolidados y también desarrollar el aspecto crítico, tomando en cuenta que la tecnología es un medio no un enemigo para usarla. Y de este modo ponderar las nuevas exigencias de la mano con una nueva resignificación de la enseñanza en ciencias, particularmente en Física.

## MÉTODO

La población con la que se llevó a cabo este trabajo de investigación integró estudiantes de bachillerato que cursaron cuarto y sexto semestre respectivamente inscritos en el turno vespertino y de acuerdo con la encuesta realizada, todos los estudiantes tienen acceso a ChatGPT generativa de modo gratuito, solo un estudiante indica que realiza pago en el equipo en Apple para no tener limitaciones en las respuestas que busca.

Así, el análisis de esta indagación se centra en el uso de la IA generativa en la unidad de aprendizaje de Física II y IV, donde se estudian temas como tensión superficial y tópicos de óptica, el cien por ciento de la población ha tenido contacto y ha hecho uso de la de la IA generativa para consulta de algún concepto o incluso de algún ejercicio para resolver ya sea de Química, Matemáticas o Física, también la han usado para traducir o solicitar respuestas a cuestionarios.

Esta investigación está apoyada en la encuesta a 60 estudiantes de cuarto semestre de bachillerato en México en el mes de junio de 2024, el rango de edad es de 16 a 18 años, la muestra tomada por conveniencia no probabilística con preguntas tipo Likert, preguntas dicotómicas y preguntas abiertas en un bachillerato en México con área Ingeniería y Ciencias Físico Matemáticas, el cuestionario se llevó a cabo en el primer semestre de 2024, antes de la intervención del uso de la herramienta IA con ChatGPT, donde la investigadora lo puso en práctica.

La secuencia didáctica es esencial para el desarrollo de esta actividad, donde resaltan los siguientes aspectos:

<b>Fase de inicio</b>	Sesión: 120 minutos
-----------------------	---------------------

1. Planteamiento de las preguntas en torno al tema.
2. Tema para desarrollar en la Física.
3. Objetivo general de la actividad

Involucrar a los estudiantes en la investigación científica. Planteamiento de la actividad con el tema de: Análisis de una gráfica.

<b>Fase de investigación (Uso de la IA Generativa)</b>	Sesión: 120 minutos, con actividad extra en casa.
--	---

Para el desarrollo del pensamiento crítico y la herramienta IA se hace uso de la plataforma Moodle, donde se plantean las preguntas respectivas al tema en específico.

Este apartado conlleva al uso de la IA, considerando1:

- **Formular preguntas claras, con respuestas detalladas de parte de los estudiantes.**

- Verificar la coherencia de las respuestas dadas por la IA.
- Realizar preguntas de seguimiento, por si se requiere de mayor explicación.
- Ejemplos por parte de la docente.

1. Solicitar al menos cinco referencias con respecto al tema y la verificación de la información. Solicitud a la IA generativa al menos 5 referencias bibliográficas, artículos científicos o recursos de confiables relacionados con el tema, con el fin de:

- Fomentar la curiosidad
- Desarrollar habilidades para la evaluación de fuentes de información.
- Aprender a verificar los datos y contrastar la información de diversas fuentes, considerando la triangulación de esta.

<b>Fase de análisis crítico y comparación de la información</b>	Sesión: 120 minutos
---	---------------------

Se solicita a los estudiantes realizar un comparativo de la información de las distintas fuentes, por ejemplo; la información de artículos científicos, libros de texto o recursos académicos sobre el tema y la mostrada por ChatGPT; en este aspecto lo que se solicita es:

- Coherencia con las teorías científicas establecidas vistas en clase.
- Profundidad de la explicación.
- Fuentes utilizadas, usando el formato APA.

1. Discusión en equipo, considerando:

- ¿En qué áreas la IA proporcionó información más útil que las fuentes tradicionales de búsqueda?
- ¿Hubo algo que la IA o pudo responder de manera efectiva? ¿Por qué?
- ¿Qué estrategias utilizaron para verificar la información proporcionada por la IA?

<b>Fase de reflexión</b>	Sesión: 120 minutos
--------------------------	---------------------

Escritura de conclusiones después de haber expuesto y discutido los hallazgos o discrepancias en torno al uso de la IA, tomando en cuenta:

- ¿Cómo cambio tu comprensión del tema después de investigar con la ayuda de la IA?
- ¿Qué importancia tiene la IA en el proceso de investigación científica?
- ¿Qué otras alternativas de investigación tienes para hacer una investigación más profunda en el tema?

<b>Cierre y evaluación</b>	Sesión: 120 minutos
----------------------------	---------------------

1. Se evalúan los aspectos de:

- Claridad y precisión en las respuestas obtenidas con la IA.

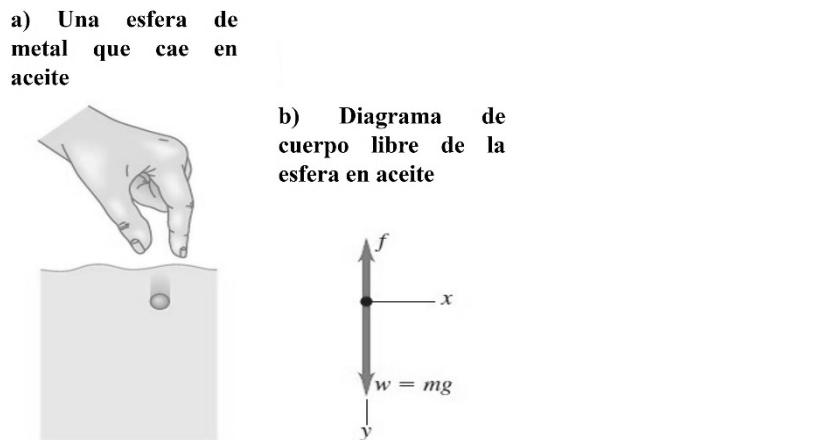
- Profundidad y coherencia en la reflexión crítica sobre las fuentes consultadas.
- Capacidad de comparación y contraste de diferentes fuentes de información.
- Ética y reflexión sobre el uso de la IA en la investigación.

## 2. Realimentación

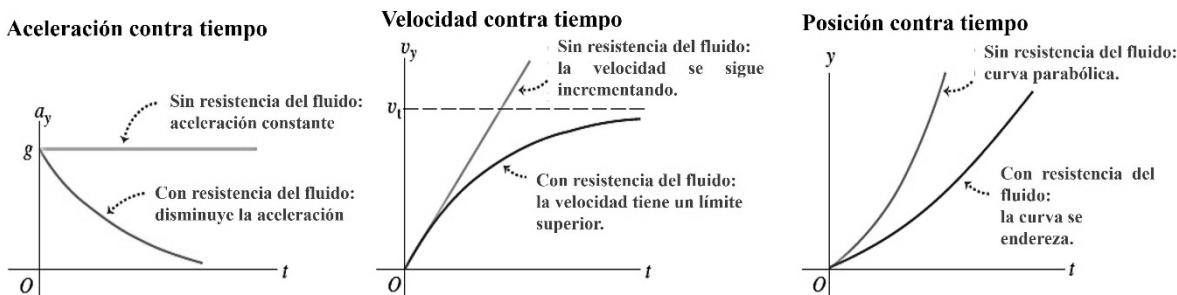
3. La investigadora destaca en el aula de modo grupal la integración del uso de la IA en el proceso de aprendizaje y desarrollo del pensamiento crítico en las respuestas a situaciones donde es posible usar la IA.

### ACTIVIDAD PROPUESTA

**Instrucciones:** Observa la figura 1 que muestra una esfera metálica que cae a través de un fluido (aceite) y las gráficas de aceleración, velocidad vs tiempo, respectivamente.



A continuación, observa las siguientes gráficas:



**Figura 1.** Resistencia de fluidos

Fuente: Young & Freedman (2013)

Preguntas propuestas de acuerdo con la observación y análisis de la situación planteada.

1. ¿Qué tipo de gráficas observas?
2. Identifica las variables que se muestran en las gráficas y escribe cuáles son.
3. ¿Cuál es la principal diferencia o similitud de las tres gráficas mostradas?
4. ¿Por qué en la figura de las gráficas, estas tienen un límite (puedes hacer el experimento para una mejor argumentación)?

5. ¿Por qué las curvas de las gráficas 2 y 3 parten del origen y la gráfica 1 no?
6. De acuerdo con las gráficas mostradas, ¿cuáles son los efectos de la resistencia del fluido en la aceleración, la velocidad y la posición a lo largo del tiempo?
7. Intercambia tus ideas con la de tus compañeros y finalmente, realiza un resumen final afinando tu argumento científico.

En la experiencia académica con los estudiantes, se ha observado el uso desmedido de la IA generativa para contestar preguntas o bien, ejercicios prácticos o incluso problemas planteados en clase, esto se comprueba con base en la primera parte de los resultados, los cuales exponen cómo los estudiantes hacen uso de la IA sin ser conscientes de las respuestas, es por ello por lo que se implementa la actividad con el fin de guiar en el proceso a los estudiantes.

En el supuesto que todos los estudiantes usan la IA generativa, se dieron las indicaciones para hacer uso de la IA, en el ejemplo que se muestra es usando la IA “Copilot”, aunque a los estudiantes se les indicó que podían hacer uso de cualquier IA generativa.

Considerando una situación de inicio (El problema de Valentina), se mostró un ejemplo de cómo interactuar con la IA.

## **PROPIUESTA Y GUÍA DIDÁCTICA PARA EL ALUMNADO**

*Al inicio para la realización de preguntas a la IA debes cerciorarte de una buena estructura en tu pregunta, considerando las reglas de etiqueta, pero sobre todo colocar un antecedente del tema para ello, requieres haber leído como mínimo: conceptos, ecuaciones y algunos ejemplos que describan la situación. De lo contrario no podrás cerciorarte con facilidad que la IA este en lo correcto.*

*Estructura para la formulación de preguntas..*

1. Contexto; aquí debes proporcionar un antecedente del problema o situación que quieras plantear. Por ejemplo; “Voy a trabajar en el análisis de una gráfica sobre el tema de...”
2. Formula la pregunta principal en un lenguaje claro, específico y sencillo.
3. Si es un cálculo: ¿qué datos y qué se requiere?; si refiere a un análisis: ¿qué se requiere interpretar?; si es una gráfica: ¿qué tipo de variables intervienen?
4. Ejemplo: Tengo una gráfica de posición contra tiempo de un péndulo y quiero entender cómo calcular la amplitud y el periodo a partir de los datos de la gráfica...
5. Detalles que puedan ser relevantes; como datos, gráficos, imágenes o algún aliciente que consideres muy importante en la solución de lo que preguntas.
6. Ejemplo: La gráfica muestra un movimiento de tipo oscilatorio con un rango (define el rango) entre tal y tal medida y parece repetirse cada determinado tiempo.

7. Enfoque deseado u objetivo de la pregunta; paso a paso, explicación teórica, interpretación de resultados. Por ejemplo; requiero que me apoyes a la identificación y las características del movimiento armónico simple con la gráfica que presento.
8. Finalmente, también puedes solicitar algunas preferencias o en su defecto algunas limitaciones. Por ejemplo; Me gustaría y usar un enfoque orientado a las gráficas que el uso de ecuaciones complejas.

*Algunas sugerencias es que indiques a la IA que responda como experto en el tema, pero también debes encargarte de verificar las fuentes que te proporcione; veamos un ejemplo:*

*<<Ejemplo: Valentina llegó temprano a su clase de música. A punto estaba de sentarse cuando advirtió que había olvidado su cuaderno en su refugio predilecto: la siempre cómoda y acogedora biblioteca. No podía perderse el comienzo de la clase, así que fue a la biblioteca, cogió su cuaderno y regresó a su asiento, a tiempo para comenzar su, probablemente disfrutable, clase de música. Pero en el camino se encontró a su bien amado Juan y se detuvo a intercambiar algunas muestras de su muy auténtico cariño, lo que le llevó 4 minutos, pero de los largos, lo que la obligó a recuperar estos instantes. La biblioteca está en un punto diametralmente opuesto del salón de música en el patio circular, que tiene 500 metros de diámetro, de la escuela. Valentina tardó en total 9 minutos. >> (Suárez et al., 2005).*

*Se requiere que realices la gráfica que representa la situación.*

Al usar COPILOT o bien ChatGPT es muy probable que no te responda con la gráfica, por lo que debes ser más preciso al indicar que es lo que exactamente requieres.

En este caso, requieres leer la situación y expresar los detalles de los datos que quieras que se grafiquen.

*La instrucción puede ser: Plantea el modelo gráfico de la situación de Valentina y los pasos a seguir, considerando los puntos de partida, de detención y de regreso, ¿cómo sería la gráfica del recorrido de Valentina?*

*Una de las posibles respuestas se muestra en la figura 2 y 3.*

Para plantear esta situación en un modelo gráfico, podemos seguir estos pasos:

- 1. Dibuja un círculo** que represente el patio circular de la escuela con un diámetro de 500 metros.
- 2. Marca dos puntos diametralmente opuestos** en el círculo: uno para la biblioteca y otro para el salón de música.
- 3. Traza una línea recta** entre estos dos puntos para representar el camino directo entre la biblioteca y el salón de música.
- 4. Indica el tiempo total** que Valentina tardó en ir y regresar, que es de 9 minutos.
- 5. Añade una pausa** en el camino de regreso para representar los 4 minutos que Valentina pasó con Juan.

Figura 2. Respuesta de COPILOT

Fuente: Microsoft Copilot, (2024).

Lamentablemente, no puedo crear imágenes aquí directamente, pero si sigues estos pasos y dibujas el círculo con los puntos y trayectos, obtendrás la representación que necesitas.

#### Pasos para crear la gráfica:

1. Dibuja un círculo para representar el patio escolar.
2. Marca dos puntos diametralmente opuestos dentro del círculo: uno será el salón de música y el otro será la biblioteca.
3. Dibuja una línea recta que conecta estos dos puntos (ya que están en lados opuestos del círculo). Este será el camino más directo entre la biblioteca y el salón de música.
4. Ubica a Valentina en el salón de música al principio de su trayecto.
5. Dibuja su trayecto hacia la biblioteca, recorriendo la mitad del círculo.
6. Después, marca el regreso al salón de música, es decir, el mismo trayecto pero en dirección contraria.
7. Agrega un punto de detención en el camino (al lado de la línea recta) para representar el encuentro con Juan. Este punto es simplemente una interrupción en su trayecto, y no altera la geometría básica.

Figura 3. Respuesta de ChatGPT

Fuente: OpenAI (2024).

Como te habrás dado cuenta son respuestas con un grado de similitud, pero siguen sin dar una respuesta gráfica, por lo que es necesario extender un poco más lo que requieres, por ejemplo; las variables que deseas estudiar en la gráfica.

Ejemplo: Con respecto a la gráfica, ¿me ayudas a entender como describo una gráfica que considera las variables del tiempo y posición de Valentina?, ¿Cuál sería variable dependiente e independiente? Responde como un experto en la enseñanza de la Física.

Un extracto de la respuesta de COPILOT

Vamos a analizar cómo describir una gráfica que considera las variables de tiempo y posición de Valentina.

En este caso la IA ya describe más a fondo la situación, considerando... una gráfica de esta manera te permite entender cómo las variables interactúan entre sí. En este caso, el tiempo es la variable independiente y la posición es la variable dependiente. (Microsoft Copilot, 2024).

Un extracto de la respuesta de ChatGPT

Al enseñar física, este tipo de gráfica es útil para visualizar el **movimiento rectilíneo no uniforme** de un objeto (en este caso, Valentina). También ayuda a los estudiantes a comprender cómo la **velocidad** cambia (a través de la pendiente de la gráfica), y cómo pueden interpretarse **detenciones o pausas** como partes del recorrido donde la posición no cambia con el tiempo (OpenAI, 2024).

La tarea siguiente es que cuestiones a la IA sobre la fuente de información para verificar si son fuentes confiables.

Las fuentes proporcionadas por ambas IA coinciden en libros que pueden ser fuente de consulta y que seguro encontrarás en la biblioteca de la escuela.

## METODOLOGÍA

El enfoque cualitativo según Saldaña (2013) se centra en el enfoque de la interpretación de los significados y experiencias subjetivas de los participantes, en búsqueda de las complejidades de las interacciones humanas, en esta indagación en el contexto del uso de la IA en el proceso de aprendizaje. Asimismo, Saldaña enfatiza en la importancia de la codificación en la investigación cualitativa en la que emerge la identificación de la categorización de patrones y temas emergentes en los datos.

Para la exploración de los resultados se analizó con base en las categorías de: identificación de variables, descripción de la gráfica, análisis de tendencias, interpretación de datos, efectos de los fluidos en la aceleración, la velocidad y la posición con respecto al tiempo, las principales diferencias o similitudes.

## RESULTADOS

En la tabla 1, se exponen el uso de la IA para dar solución a una tarea o investigación por parte de los estudiantes que llevaron a cabo esta actividad, se denota un uso desmedido de la IA para resolver tareas académicas, este argumento se sustenta en las preguntas realizadas en el formulario inicial.

Código	Categoría	Número de frecuencia o mención
1	Uso de ChatGPT para realizar una actividad	42
2	Uso de alguna otra herramienta de IA para realizar una actividad	18
3	Uso la IA principalmente para hacer investigaciones o argumentar algunas respuestas	56
4	Consideras que los profesores deberían usar IA generativa para el desarrollo óptimo de tu aprendizaje	48
5	Consideras que existen riesgos de usar la IA en tu formación académica	53

Tabla 1. Resultados de encuesta realizada acerca del uso de la IA.

Fuente: elaboración propia

 Classroom > Física II 4IV8  
Profra. Guillermina Ávila García

Tablón	Trabajo de clase	Personas	Calificaciones
--------	------------------	----------	----------------

La clase se ha archivado. Restáurala para añadir contenido o realizar cambios.

 Resistencia de Fluidos

Publicado: 5 jun (Última modificación: 24 jun)

Hola a todos  
 Hagamos la siguiente actividad, usen ChatGPT, COPILOT u otra IA...  
 Sigan las indicaciones y en caso de no encontrar respuestas en la IA, deben escribir, ¿por qué?  
 Saludos y adjunten su tarea en este espacio.  
 Es individual



Actividad Resistencia e...

PDF

Figura 4. Actividades alojadas en Classroom

Fuente: Elaboración propia

La figura 5, expone algunas interacciones que realizaron los estudiantes con la IA al momento de realizar las preguntas, se seleccionaron solo estas ya que se observa respuestas muy similares, también se muestra la información que proviene de otras fuentes y que en el caso de una sola estudiante de cómo muestra que se encuentra en una fuente confiable de información, además de que realiza un subrayado donde indica lo más sobresaliente y verifica la información, la cual coincide con libros de texto universitario respecto al tema. También se muestra otro caso donde el estudiante busca más información de la solicitada, verificando las fuentes.

El estudiante decide empezar por preguntas de cuestión conceptual para la comprensión del fenómeno físico que se expone.

11:12 chatgpt.com ChatGPT

hola chat gpt, buenas noches

¡Hola! Buenas noches. ¿En qué puedo ayudarte hoy?

me podrías ayudar y responder sobre el tema de resistencia de fluidos y rapidez terminal ?

Claro, estaré encantado de ayudarte con esos temas.

Envía un mensaje a ChatGPT

ChatGPT puede cometer errores. Comprueba la información

11:12 chatgpt.com ChatGPT

resistencia.

5. **Coeficiente de arrastre:** Depende de la forma y la superficie del objeto y cómo interactúan con el fluido.

La fuerza de resistencia se puede expresar mediante la ecuación:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

donde:

- $F_d$  es la fuerza de resistencia,
- $C_d$  es el coeficiente de arrastre,
- $\rho$  es la densidad del fluido,
- $A$  es el área frontal del objeto,
- $v$  es la velocidad del objeto.

Envía un mensaje a ChatGPT

ChatGPT puede cometer errores. Comprueba la información

11:12 chatgpt.com ChatGPT

**Resistencia de Fluidos**

La resistencia de fluidos se refiere a la fuerza que un fluido (como el aire o el agua) ejerce sobre un objeto que se mueve a través de él. Esta resistencia también se conoce como fricción o arrastre y depende de varios factores:

1. **Velocidad del objeto:** A mayor velocidad, mayor es la resistencia.
2. **Densidad del fluido:** La resistencia es mayor en fluidos más densos.
3. **Área frontal del objeto:** Un área mayor enfrenta más resistencia.
4. **Forma del objeto:** Formas más aerodinámicas enfrentan menos

Envía un mensaje a ChatGPT

ChatGPT puede cometer errores. Comprueba la información

Este mismo estudiante, primero considera En este caso para COPILOT, se solicita que que debe ser explicada la gráfica y solicita la explique las tres gráficas. descripción.

#### Descripción de la Situación

La imagen muestra tres gráficos que ilustran los efectos de la resistencia del fluido en la aceleración, la velocidad y la posición de un objeto a lo largo del tiempo. Estos gráficos comparan dos escenarios: uno sin resistencia del fluido y otro con resistencia del fluido.

#### Gráficos y Análisis

##### 1. Aceleración contra Tiempo

- Eje y: Aceleración ( $a_y$ )
- Eje x: Tiempo ( $t$ )

#### Relación con el diagrama y el contexto (esfera en aceite)

- Diagrama de fuerzas:
  - En el fluido, hay dos fuerzas principales:
    1. Peso ( $w = mg$ ): La fuerza gravitacional que tira hacia abajo.
    2. Resistencia del fluido ( $f$ ): Una fuerza opuesta al movimiento que aumenta con la velocidad.
  - Cuando estas dos fuerzas se igualan, la esfera alcanza la velocidad terminal.
- Aceite como ejemplo práctico:
  - En este caso, el aceite genera una resistencia significativa. Esto ayuda a ilustrar cómo las fuerzas interactúan para estabilizar el movimiento y limitar la velocidad máxima.

#### Primera gráfica: Aceleración vs. tiempo

- Sin resistencia del fluido:
  - La línea horizontal muestra que la aceleración es constante e igual a la gravedad ( $g$ ). Esto ocurre cuando no hay fuerzas adicionales que actúen sobre el objeto, como la resistencia del aire o de un fluido.
  - Esto implica que, si la esfera estuviera en caída libre en el vacío, su aceleración siempre sería la misma.
- Con resistencia del fluido:
  - La aceleración disminuye con el tiempo debido a la fuerza de resistencia del fluido ( $f$ ).
  - Al principio, la gravedad domina, pero conforme la velocidad aumenta, la resistencia también lo hace, reduciendo la aceleración hasta que se vuelve cero cuando se alcanza la velocidad terminal.

Figura 5. Evidencias de los estudiantes

Las respuestas proporcionadas por la IA mantienen un contexto tanto a lejado de los conceptos, sin embargo, la interactividad con la información proporcionada y la investigación realizada por el estudiante, dan cabida a una investigación más sólida.

En la tabla 2, se realiza un concentrado sobre la lista de categorías encontradas, con sus respectivos códigos asociados.

Categoría	Código	Unidades de análisis	
		Respuesta del estudiante	(Respuesta de la IA)
Exploración de conceptos	Concepto de resistencia de fluidos	Velocidad, aceleración y posición	Explicación de cómo la resistencia del fluido afecta el movimiento de un objeto con respecto a las variables.  Explicación detallada de:
Identificación de variables	Variables: dependiente e independiente	Consideran el tiempo, posición y velocidad, sin identificar cuáles son dependiente e independiente.	aceleración contra tiempo; con y sin resistencia al fluido.  Velocidad contra tiempo con y sin resistencia al fluido.  Posición contra tiempo, con y sin resistencia al fluido.
Descripción de gráfica	Tipo de gráfica	Es un objeto cayendo en un líquido, no se distingue, faltan datos.	Un cuerpo esférico cayendo en aceite y a la derecha se traza el diagrama de cuerpo libre que muestra las fuerzas interactuando.
Interpretación de datos	Relación entre variables	Conforme pasa el tiempo, la velocidad, la aceleración y la posición varían.	Positiva, la posición depende del tiempo, así como la velocidad y la aceleración.
Análisis de tendencias	Tendencia ascendente	Relación entre el tiempo con la posición.	Relación entre el tiempo con la posición, velocidad y aceleración.
	Puntos de inflexión	No identifican el punto de inflexión	Pausa de 4 minutos

Tabla 2. Categorías y unidades de análisis

Fuente: Elaboración propia

Una de las observaciones con mayor frecuencia es que los estudiantes tienen nociones de lo conceptual y también identificadas las variables que intervienen, no así con la profundidad del estudio, sin embargo, el uso de la IA fomenta el desarrollo de otras preguntas añadidas a las que se realizan inicialmente, también la idea de “conducir” en cierto modo al estudiante da pauta para que investiguen si las fuentes son confiables, aunque no lo llevan a cabo todos los estudiantes se considera que como primera implementación fue frecuente la búsqueda de más información.

Por otro lado, la mayoría de los estudiantes se dedican a la búsqueda de las preguntas sin ir más allá de la investigación, es importante considerar ciertas estrategias de acompañamiento para la generar cierta curiosidad y búsqueda.

En la tabla 3, se presentan los resultados a cada una de las preguntas planteadas y contestadas por parte de los estudiantes:

Resultados				
Indicador	Respuesta de los estudiantes	%	Conjeturas del estudiante con base en la respuesta de la IA generativa	Comparativo de mejora (investigadora)
1. ¿Qué tipo de gráficas observas?	Son de tipo caída libre	13,3	Es importante saber preguntar, porque la IA también menciona que son lineales, aunque no es del todo correcto tienes que estudiar un poco más de tema.	Los estudiantes, pueden mejorar con base en las respuestas que menciona la IA.
	Son lineales y curvas	86,7		
2. Identifica las variables que se muestran en las gráficas y escribe cuáles son.	Dependiente: velocidad, aceleración y posición.	91,6	El tema de las variables dependientes e independientes es un contenido estudiado en otras unidades de aprendizaje en semestres anteriores. La noción es predominante, aunque no saben distinguir en una aplicación real.	Es necesario hacer énfasis y mostrar ejemplos de la información de variables: dependiente e independiente en una situación aplicada.
	Independiente: el tiempo	8,4		
3. ¿Cuál es la principal diferencia o similitud de las tres gráficas mostradas?	Identifican las variables, pero no dan cuenta de cuáles son dependientes e independientes.	8,4	La IA nos especifica cada variable y además explica con más detalle, es algo que en los libros no encuentras fácilmente, pero tampoco es que los profesores se detengan a explicarlo nuevamente.	Al final de la actividad, los estudiantes muestran mayor seguridad para expresar las diferencias que denotan las tres gráficas.
	Son semejantes porque la variable independiente en las tres gráficas es el tiempo. Un estudiante no presenta respuesta.	98,3		
4. ¿Por qué en la figura de las gráficas, estas tienen un límite (puedes hacer el experimento para una mejor argumentación)?	Sin respuesta y sin intento de la realización del experimento.	100	Cuando se habla de resistencia del fluido; un objeto se mueve a través de un fluido (como el aire o el agua), experimenta una fuerza de resistencia que se opone a su movimiento, así la fuerza de resistencia aumenta con la velocidad del objeto.	Se sugiere la realización del experimento, para realizar conjeturas asociadas al fenómeno y comprobar mediante la teoría.

<p>5. De acuerdo con las gráficas mostradas, ¿cuáles son los efectos de la resistencia del fluido en la aceleración, la velocidad y la posición a lo largo del tiempo?</p>	<p>Sin respuesta</p>	<p>100</p>	<p>Cuando se piensa que solo la gravedad está presente en nuestro entorno sin pensar en otros materiales se comete un error, ya que se manifiestan los efectos de acuerdo con las variables; aceleración, la velocidad y la posición considerando o no la resistencia del fluido, y aquí se introduce el concepto de fuerza que se opone al movimiento del objeto.</p>	<p>Se considera que es necesario la observación, pero sobre todo la experimentación orientada a la modelación del fenómeno y así pueda conjeturar el estudiante.</p>
<p>Observador 1 (Docente de la academia de Física)</p>	<p>NA</p>	<p>Los estudiantes denotan poco conocimiento al iniciar la actividad, no es que se muestre una mejora alta al usar la IA, pero se notan indicios de que al usarla se dan cuenta de algunos pormenores que han dejado pasar. Considero que es necesaria la manipulación de materiales para una mejor comprensión del fenómeno.</p>	<p>La realización del experimento y usar la IA.</p>	
<p>Observador 2 (Ingeniero, recién egresado de la institución).</p>	<p>NA</p>	<p>Como recién egresado de la ingeniería y estudiante que fui, como estudiantes se nos hace muy sencillo copiar y pegar, sin comprender bien lo qué sucede. Pero en esta actividad que te llevan paso a paso de cómo usar la IA considero que es una parte importante del proceso para aprender. Lo que yo noté es que los estudiantes si mejoran mucho con respecto a su respuesta inicial. Solo una estudiante hace una búsqueda minuciosa de la información y uno más va más allá de los conceptos que la profesora pregunta.</p>	<p>Una forma de mejorar es que sigan las prácticas en este estilo, donde orienten al estudiante paso a paso, con una revisión constante, cuando uno es estudiante si el profesor no revisa, nos confiamos y no revisamos con más profundidad. Quiero expresar que hasta yo aprendí a depurar información con esta actividad.</p>	

Tabla 3. Respuestas contestadas por los estudiantes

Fuente: Elaboración propia

A la luz de los resultados, se considera que uno de los incentivos importantes para desarrollar un argumento basado en teorías o leyes es cuando el estudiante considera hacer una búsqueda de fuentes confiables.

Es importante señalar que la experimentación pudo haber jugado un papel importante en el desarrollo de los argumentos de los estudiantes.

Los estudiantes opinan acerca de que no hay un ejercicio de reflexión o comprensión profunda al hacer una tarea con la IA, considerando las siguientes preguntas:

- **¿Cómo cambio tu comprensión del tema después de investigar con la ayuda de la IA?**

*<<Solo cambia si realmente te interesa el tema, he visto compañeros que solo lo hacen por cumplir. En mi caso, me interesó, aunque es mucho estar buscando referencias>>*

*<<A mí el ejercicio me sirvió, porque honestamente solo copio y pego la información, aquí fui más consciente de lo que realicé>>.*

- **¿Qué importancia tiene la IA en el proceso de investigación científica?**

*<<Pienso que mucha, los investigadores tienen que hacer mucha investigación, no creo que sea como nosotros.>>*

*<<En la investigación creo que mucha, no creo que la utilicen los investigadores, bueno no creo que así mucho como nosotros.>>*

- **¿Qué otras alternativas de investigación tienes para hacer una investigación más profunda en el tema?**

*<<Siempre podemos ocupar Internet, en los buscadores se encuentra también todo, aunque si es más lento. >>*

Estas respuestas generaron cierta tendencia a que los estudiantes cuando son guiados pueden interesarse en hacer investigación, pero requieren continuar con actividades donde estemos presentes los profesores con orientación y monitoreando las actividades que realicen. Son buscadores constantes de información, se puede aprovechar, orientando las búsquedas que realizan los estudiantes.

Al cierre de esta actividad los aspectos que se tomaron en cuenta se muestran en la tabla 4.

Indicador	Profesora	Resultados	
		Observador 2 (profesor de la academia)	Observador 3 (Ingeniero recién egresado)
Claridad y precisión en las respuestas obtenidas con la IA.	Es necesario hacer ajustes en la medida que los estudiantes obtengan la respuesta de la IA.	No es tan claro para los estudiantes porque no tienen conocimientos previos.	Parece ser que, si tienen claridad en las respuestas, solo que les falta organizar la información.
Profundidad y coherencia en la reflexión crítica sobre las fuentes consultadas.	Casi fue nula la participación hacia la búsqueda de otras fuentes, solo una estudiante lo hizo de modo concreto y preciso, como se había indicado.	Realizaron búsqueda, pero solo copiaron y pegaron sin empatar la información.	Creo que es donde más fallan los estudiantes, porque cuando la profesora preguntó, a pesar de que tenían las fuentes, no podían contestar.

Capacidad de comparación y contraste de diferentes fuentes de información.	Esta actividad fue realizada sin mayor problema, aunque falta consultar todas las fuentes.	Comparan, pero no a conciencia, insisto que los estudiantes deben tomar en cuenta este tipo de actividades para forjar el hábito.	Como no están acostumbrados a la búsqueda de información, no realizan una actividad con lujo de detalle. Falta trabajar más con orientaciones de todo tipo.
Ética y reflexión sobre el uso de la IA en la investigación.	El 66,66% indica que es una forma de extraer de forma muy sencilla la información por qué no hacerlo. El 16.66% indica que es un modo de no hacer tanto esfuerzo por usar la IA. Y el resto indica que no se debe usar la IA porque lo están advirtiendo en todos lados.	Creo que los estudiantes pueden aminorar esto, aunque no tengan la asesoría pertinente o adecuada. Con esta experiencia, desearía que los estudiantes piensen de modo más autónomo.	Pienso que es una prueba inicial, debe trabajarse más para observar qué pasa cuando realmente los estudiantes realizan investigación, pero algo que debe hacerse en todas las unidades de aprendizaje de modo constante.

Tabla 4. Resultados de observadores 2 y 3, considerando el indicador

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Esta indagación muestra que el uso de la herramienta de la IA es significativa, aunque es recomendable que sea usada con un diseño instruccional en donde la figura del docente sea fundamental para orientar el trabajo de los estudiantes, sobre todo pensar en cómo los estudiantes pueden ser conscientes del uso de la herramienta de IA, de hecho, cómo es mejor usar dicha herramienta para la justificación o argumentación de tareas, también es necesario plantear una interacción adecuada entre la herramienta y los estudiantes para que el aprendizaje sea efectivo y sobre todo se cumpla el ODS a través de la incorporación de la tecnología. Es fundamental replantearse y repensar el papel de la educación mediante la IA.

En conclusión, no es posible evitar el uso de la IA para los estudiantes, pero desde la mirada de los profesores podemos orientar a que la realicen de modo consciente por y para el aprendizaje, apoyándonos en las instrucciones y el monitoreo de cada una de las actividades que realizan. Una constante es que los estudiantes están acostumbrados a copiar y pegar la información y que se torna en forma de hábito, es necesario que como profesores emprendamos una adecuación de las estrategias para la revisión constante y un

ajuste para el uso y aplicación de esta herramienta para estimular la investigación en los estudiantes y mejorar la calidad de la argumentación.

## AGRADECIMIENTOS

La autora agradece el apoyo otorgado por la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional a través del proyecto de investigación con registro SIP: 20241591

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión Europea. (2020). *Libro Blanco sobre la inteligencia artificial: Un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. <https://bit.ly/47UsanF>
- Garrido, S. (2013). Hacia una resignificación de la Didáctica: Ciencias de la Educación, Pedagogía y Didáctica. Una revisión conceptual y una síntesis provisional. *Pedagogía y Saberes*, 39, 117–139. <https://bit.ly/4gGKZ1z>
- González, H. M. (2024). ChatGPT y Copilot como herramientas para promover el pensamiento crítico acerca de la relación entre desarrollo humano y educación. *Latam: Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(3), Article 15.
- Ibarra, R. L., Pérez, M. N., & Caro, J. L. (2023). Inteligencia artificial en la educación. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, 7(1), 100–106. <https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.136.100-106>
- Microsoft Copilot. (2024). *Análisis de la resistencia del fluido en la aceleración, velocidad y posición de un objeto*.
- Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. (2019). *Estrategia Española de I+D+i en Inteligencia Artificial*.
- OpenAI. (2024). *Respuesta a consulta sobre el modelo gráfico de un recorrido de Valentina*. ChatGPT. <https://chat.openai.com>
- Pernas, E. (2022). Inteligencia artificial y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Cooperación necesaria. *RDUNED. Revista de Derecho UNED*, 29, 495–520.
- Saldaña, J. (2013). *The coding manual for qualitative researchers* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Santillán, M. (2023). ChatGPT de OpenAI: Muchas preguntas, pocas respuestas. *Universidad de Lima*. <https://bit.ly/4gltxKa>
- Suárez, L., Cordero, F., Daowz, P., Ortega, P., Ramírez, A., & Torres, J. L. (2005). De los paquetes didácticos hacia un repositorio de objetos de aprendizaje: Un reto educativo en Matemáticas. Uso de las gráficas, un ejemplo. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.

# **REFLEXIONES DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Dina J. Carp – Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Marcela A. Rohr – Universidad Nacional del Comahue, Argentina

Laura Cecchi – Universidad Nacional del Comahue, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

El auge de la Inteligencia Artificial (IA) integrada en diferentes ámbitos, particularmente en la educación, se ha incrementado en estos últimos años debido a la disponibilidad y, al acceso público y amigable de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG). Según las tendencias, esta tecnología atravesará y transformará a todos los dominios, por lo que es esencial que los estudiantes actuales, quienes serán los profesionales del mañana, desarrollen competencias en su uso y aplicación (Arya, 2024).

Si bien estas herramientas brindan oportunidades significativas, también plantean serias preocupaciones (Alasadi y Baiz, 2023). En el contexto educativo, los interrogantes abordan diversos aspectos, como implicancias éticas y morales, desarrollo cognitivo de los estudiantes, e impacto en diversas capacidades y competencias deseables para la formación profesional.

La disponibilidad y accesibilidad de aplicaciones de IAG han transformado la forma en que se evalúan las actividades de los estudiantes, como ensayos y respuestas elaboradas. Aplicaciones, como ChatGPT, son capaces de generar texto que es prácticamente indistinguible del producido por humanos, ofreciendo ideas y contenido en conversaciones en tiempo real. Esto sugiere que la integración de estas tecnologías disruptivas en la educación podría facilitar la realización de las actividades propuestas. ¿El uso de la IAG obstaculizaría entonces, la construcción de aprendizajes, el desarrollo de diferentes habilidades y de procesos metacognitivos?

Por otra parte, estas herramientas presentan limitaciones y controversias, particularmente respecto a la generación de contenido posiblemente sesgado, que no siempre es verídico, sino verosímil y plausible. Talanquer (2023) analiza el alcance y las limitaciones del uso de estas herramientas en el área de química, proporcionando algunas ideas sobre cómo los chatbots de IA parecen razonar sobre las entidades y los procesos químicos, analizando el grado en que estos sistemas expresan conceptos erróneos, sesgos explicativos y explicaciones limitadas o defectuosas. Así, se presenta un desafío mayor en la formación de los estudiantes, en la que se requiere enfatizar la necesidad de evaluar críticamente el contenido generado por IAG. Esto implica estimular la alfabetización en IA, entendida como la capacidad de comprender,

usar, monitorear y reflexionar críticamente sobre las aplicaciones de IA sin necesariamente ser capaz de desarrollar modelos de IA por sí mismos. Esto significa que para ser alfabetizado en IA uno debe comprender sus capacidades y limitaciones como herramienta, pero también ser capaz de reflexionar críticamente sobre los resultados de la IA con conocimiento previo basado en la disciplina (Young y col., 2024).

A medida que los sistemas de IAG están disponibles, emergen distintas propuestas de su aplicación en la enseñanza de la química, que incluyen reflexiones sobre su uso, identificando posibles beneficios y riesgos asociados, y considerando cuestiones de equidad y accesibilidad (Ardyansyah y col, 2024; Clark y col., 2024; Cooper y Klymkowsky, 2024; Emenike y Emenike, 2023; Exintaris y col. 2023; West y col, 2023).

Algunos trabajos han abordado el tema desde la óptica del estudiante. Ríos Hernandez y col. (2024) realizaron una investigación sobre las percepciones de estudiantes de carreras de comunicación latinoamericanos (Ecuador, Perú y México), en el cual los estudiantes reconocen el potencial de la IA para mejorar la calidad educativa y personalizar el proceso de aprendizaje, enfatizando la importancia de un enfoque inclusivo y equitativo en la implementación de la IA en la educación superior. Solís Peralta y col. (2024) realizaron un estudio con estudiantes de pedagogía, y mencionan que un 50% de los estudiantes usan el ChatGPT, pues les ayuda en la explicación y entendimiento de ideas complejas, y consideran que es una herramienta útil para la investigación educativa y las habilidades de escritura, aunque perciben desventajas respecto a la veracidad o confiabilidad de la información. En el área de química, recientes trabajos, abordan aspectos similares. Young y col. (2024) realizaron encuestas para describir la alfabetización en IA utilizando un análisis temático, a estudiantes de Química General I (tema: analogías en reacciones redox) y de una materia optativa de química de nivel superior (tema: titulaciones de soluciones acuosas de un ácido débil), valorando tanto la relación de la utilidad/beneficio de la herramienta como la preocupación hacia la precisión, calidad y confiabilidad de la herramienta. West y col. (2023) realizaron un estudio intercurricular entre diferentes asignaturas de química, analizando la capacidad del ChatGPT para generar informes de laboratorio e indagaron sobre las opiniones de los estudiantes sobre su uso y posibles impactos.

En este contexto, en la asignatura Química General e Inorgánica se diseñó una actividad que involucra el uso de aplicaciones basadas en técnicas de IAG, con el objetivo de fomentar la reflexión sobre su uso, realizando un análisis de sus ventajas y desventajas y el potencial de su aprovechamiento de manera responsable. Esta actividad fue desarrollada por los estudiantes en una instancia de evaluación final.

El objetivo del presente trabajo fue indagar las inquietudes y percepciones emergentes en los estudiantes, sobre el uso de herramientas IAG, analizando opiniones y reflexiones de los

alumnos de la asignatura, recopilados luego de realizada la actividad propuesta por la cátedra. Asimismo, se analizan e identifican aspectos positivos y limitaciones observados durante su implementación, proporcionando una visión de la efectividad y los desafíos asociados con el uso de estas herramientas. El estudio también aborda cómo estas percepciones pueden influir en futuras prácticas educativas y en su actuación profesional.

## METODOLOGÍA

La experiencia se desarrolló en la Facultad de Ingeniería, en la asignatura Química General e Inorgánica para ingenierías no químicas (ingenierías: mecánica, civil, petróleo, eléctrica y electrónica), que se dicta en los primeros años de dichas carreras. En una instancia de evaluación final, se incorporó el uso de herramientas de IAG en actividades de conocimiento aplicado, y luego se indagó sobre las opiniones de los estudiantes respecto a la experiencia propuesta.

## ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN IMPLEMENTADA

La evaluación final, donde se profundiza sobre conceptos teóricos, tiene como objetivos un proceso metacognitivo, la integración de conceptos abordados en toda la asignatura y la estimulación de competencias específicas para los futuros profesionales. La evaluación final que se realiza en la asignatura consta de 3 instancias:

un cuestionario sobre conceptos teóricos disciplinares: examen con un enfoque tradicional, actividades que se deben presentar con un enfoque de evaluación formativa y

un encuentro grupal donde cada estudiante realiza una presentación oral de una de dichas actividades, a libre elección.

Las propuestas para las actividades son variadas: (i) descripción de fotos de la vida cotidiana—explicadas usando el vocabulario disciplinar; (ii) respuestas a preguntas aplicadas, (iii) actividades sobre un texto de divulgación de elección personal de cada estudiante sobre varios ofrecidos; (iv) reflexión sobre la modificación de criterios, a partir de los saberes aprendidos, para la comprensión y opinión sobre el contenido una noticia; (v) reconocimiento de temas vinculados a alguno de los conceptos de química vistos, donde sea importante la responsabilidad social y el rol del estado.

A partir del año 2023, en las actividades (i) y (ii) se incorporó el uso intencional de aplicaciones con Inteligencia Artificial, modificando las consignas de dichas actividades:

(i) Sacar 2 fotos distintas en vuestro ámbito cotidiano. Explicar incluyendo vocabulario y conceptos vistos en la asignatura lo que se observa en las imágenes. Extensión sugerida: 1- 2 hojas por foto. Una de las explicaciones debe realizarse con alguna aplicación basada en IA.

(ii) Elegir 2 preguntas de una lista (que contiene varios ítems con aplicaciones de los conceptos

vistos en la asignatura) y responderlas usando el lenguaje disciplinar incorporado durante el cursado (extensión sugerida: mínimo 10 renglones - máximo una hoja por pregunta). Una de las explicaciones debe realizarse con alguna aplicación basada en IA.

Se les pidió a los estudiantes que eligieran a un docente de la cátedra, a quien le informarían cuál de las 2 fotos y cuál de las 2 preguntas fue explicada con IA. A modo de desafío, los otros docentes de la cátedra tendríamos que determinar cuál de las respuestas había sido generada mediante IA y cuál por un humano. En los casos en que las fotos o las preguntas fueron elegidas para su explicación en forma oral, cada uno de los presentes en el momento de la exposición, docentes y estudiantes, en un ambiente lúdico, analizaron las respuestas e indicaron cuál consideraban ellos que había sido desarrollada por el estudiante y cuál realizada con IA.

## MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS OPINIONES DE LOS ESTUDIANTES

Para analizar las opiniones de los estudiantes se utilizó inicialmente un diseño narrativo (Hernández Sampieri y col., 2010), donde se les solicitó a los estudiantes que escribieran un comentario sobre la experiencia del uso de aplicaciones de IA. Con las opiniones recibidas, se diseñó una encuesta de diseño mixto concurrente, con la recolección simultánea de datos cuantitativos y cualitativos (Hernández Sampieri y col., 2010). Se analizaron los aportes de 46 estudiantes, quienes dieron consentimiento para que la información expresada en la encuesta pudiera ser utilizada para su difusión.

## RESULTADOS

Considerando que la evaluación es un hecho complejo que excede a la calificación de la evaluación final propuesta, se ha convertido en una oportunidad formativa a través de las diversas actividades que profundizan en los conceptos disciplinares y fomentan competencias específicas. Zulma Perassi (2020) señala que “la evaluación como tal, sólo tiene sentido si está al servicio del aprendizaje del estudiante”, mencionando que no existe un instrumento o técnicas válidas para todo momento y tipo de estudiantes: es necesario pensarlos y diseñarlos en función de las características de la situación y de los evaluados.

En actividades que implican aplicar y explicar un concepto, se necesita más que simplemente conocerlo. Se requiere un razonamiento y pensamiento que permiten desarrollar una comprensión profunda y flexible. Un nivel elevado de comprensión facilita la transferencia del conocimiento y la capacidad de utilizarlo en nuevos contextos, lo cual es una de las metas del aprendizaje (Ramírez Navarro, M.F., 2011). Ocaña-Fernandez y col. (2019) sugieren que los formatos basados en IA prometen una notable mejora en la educación para los diversos niveles, representando un avance cualitativo sin precedentes, proporcionando a los estudiantes una personalización precisa de su proceso de aprendizaje, adaptada a sus necesidades individuales.

Los resultados de la encuesta indican que un 87% de los estudiantes habían usado previamente algún programa con técnicas de IA. Respecto al uso de dichos programas en las actividades propuestas, sólo un 13% manifestó que le resultó muy fácil, 52% fácil, 26% ni fácil ni difícil, y un 9% que le resultó difícil. En los comentarios que reflejan el desafío que les implicó la actividad, diversos aspectos relacionados con la implementación de la misma fueron destacados:

- Direccionamiento de las consignas para que se adecúen al nivel y lenguaje buscado (generación del prompt): “hay que saber utilizarla, qué preguntar y cómo”; “Me resultó algo fácil, pero tenía algunos problemas, con la forma de hacer las preguntas”, “El uso básico de la IA es muy sencillo tal como hacer una pregunta al respecto del tema de interés y esta contestara en base a su base datos y su búsqueda por internet. Pero cuesta un poco más de trabajo el poder hacer que las respuestas de esta sean más orgánicas y ordenadas, a veces pueden ser algo poco concisas y requieren revisión por parte del estudiante”, “Al ser la primera vez que la utilice se hizo un poco complicado redactar la pregunta correcta para obtener el texto/información deseada y coherente. Para así poder cumplir con el objetivo de la consigna (que sea similar a un texto realizado por nosotros)”; “En referencia al uso de la inteligencia artificial y su uso, creo que la mayor dificultad está en saber redactar una buena pregunta. La calidad de la respuesta va en concordancia con la calidad de la pregunta, el contexto que podamos brindar y la información que brindamos”. Estos comentarios están en concordancia con los resultados presentados en una investigación sobre el uso de la IAG por parte de estudiantes de química (Tassoti, S. 2024), donde se estudió las dificultades en el uso de la misma. En ese estudio, se encontró que existe una dependencia predominante de las tácticas de copiar y pegar en los enfoques iniciales de búsqueda, y que los estudiantes necesitan orientación para mejorar sus habilidades.
- Necesidad de comprender sobre el tema para detectar información falsa o errónea y para poder discernir sobre el contenido: Mencionan que “es importante corroborar la información”; “se equivocaba en algunos conceptos”; “Una de las cosas que se me hizo más compleja fue que para lograr una respuesta concisa y con un contenido fiable se debe repreguntar y verificar la respuesta obtenida, cabe mencionar que es necesario tener conocimiento previo del tema sobre el que se pregunta, sino se puede asumir contenido erróneo como verídico”; “Para la parte del examen de explicar algún proceso cotidiano, no sólo que no encontré nada en el primer momento, sino que para cada ejemplo que le di, me mezcló un montón de conceptos que vimos (pero erróneamente) y conceptos de química orgánica que no tenía forma de corroborar”, “La inteligencia artificial te responde todo, pero no necesariamente está bien”, “Siempre tenés que chequearlo y tener ese cuidado”. Las deficiencias en el uso, por ejemplo, de ChatGPT, en cursos de química fueron señalados por Tyson (2023) indicando que no siempre puede realizar operaciones matemáticas de manera confiable, comete errores conceptuales e inventa citas que parecen plausibles,

cuyos supuestos contenidos son solo parcialmente exactos.

- Herramienta interesante para acompañar el desarrollo de las actividades y facilidad para hacer trabajos: “ayuda muchas veces a lograr expresar una idea, o te ofrece ideas que son disparadoras, lo que ayuda a que no se trabe el flujo de trabajo, sin embargo, al tratarse de temas más técnicos, siempre es recomendable trabajar con referencias fiables”; “es una muy buena herramienta, pero si se usa conscientemente”. “Cuando entendemos cómo hay que expresarle las cosas a ChatGPT, lo que puede hacer por nosotros es increíble, ya que nos puede realizar informes, resúmenes, presentaciones y mucho más, en solo cuestión de segundos, lo cual es de mucha utilidad si lo podemos utilizar de manera adecuada”.
- Dificultades con las referencias bibliográficas: “no contar con una referencia específica es un punto en contra al tratar de desarrollar temas técnicos y específicos”. El descontento con las citas producidas por la IA, por falta de las mismas o por proporcionar citas erróneas, coincide con lo reportado por Reddy y col. (2024) en un trabajo de implementación y evaluación de una tarea de redacción de temas especiales asistida por ChatGPT en bioquímica.
- Uso de otro idioma para mejorar la respuesta: “Un detalle de las IA es que si escribís en inglés arrojan mejores resultados”. El uso de la IAG presenta ciertos desafíos en términos de equidad, particularmente debido a las barreras lingüísticas. Como lo expresa este estudiante, el uso de otro idioma, específicamente el inglés, puede mejorar significativamente la calidad de las respuestas generadas por estas herramientas. Esta situación plantea una desventaja considerable para aquellos usuarios que no dominan el inglés, limitando así el acceso equitativo a los beneficios plenos de la IAG.
- Sorpresa en su uso para quienes nunca lo habían usado: “Es realmente increíble cómo se le puede ordenar una tarea a la IA con todas las instrucciones como uno quiera, y que responda en el instante”.
- Ahorro de tiempo: “Lo usaré más seguido para ahorrarme tiempo y hacer un trabajo más efectivo en algunas áreas”.

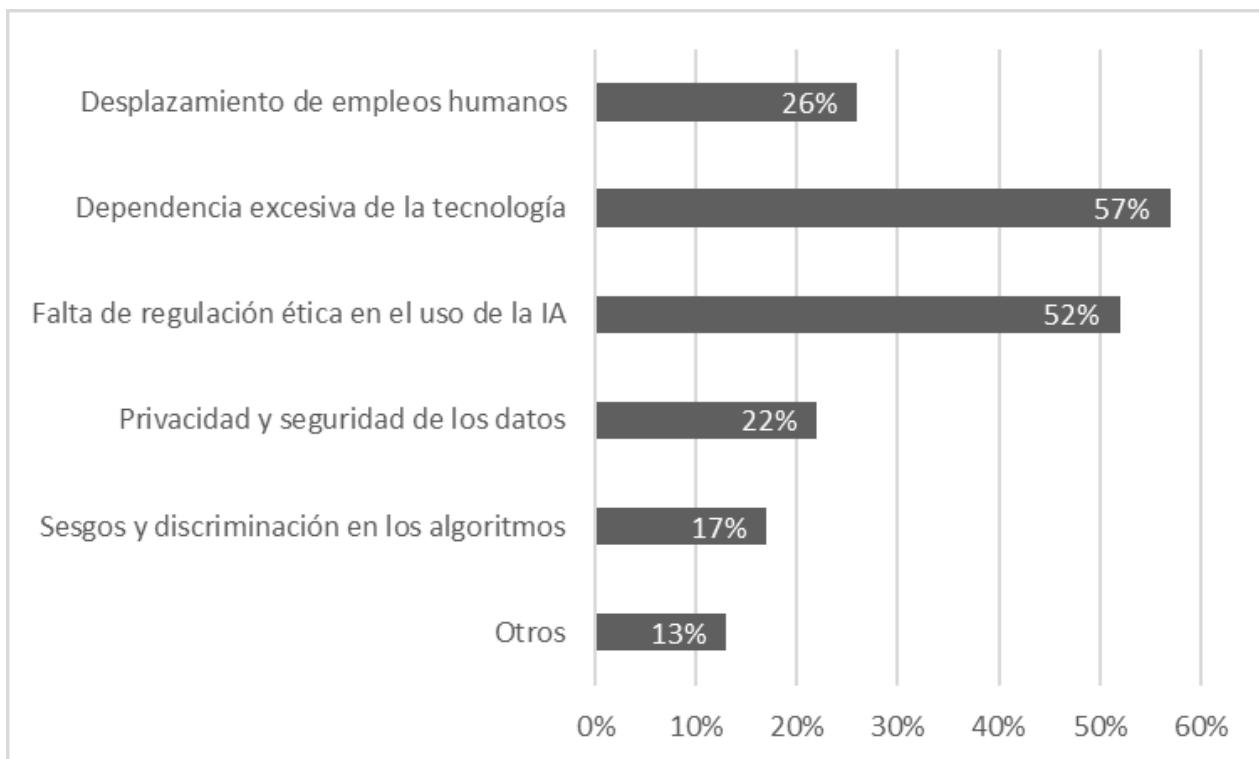
Respecto a la opinión sobre la propuesta de la cátedra para su uso, a la mayoría le pareció novedosa, teniendo un 100% de aceptación. Algunos comentarios recibidos: “Muy buena, creativa y moderno, incentivando el uso de herramientas actuales y como usarlo”; “Me pareció una propuesta interesante ya que muchos utilizamos la IA como herramienta de estudio y el haber tenido que utilizarla, teniendo que “maquillarla” para que pase desapercibida me hizo entender un poco más su funcionamiento”; “Interesante y llamativo, ya que actualmente a nivel académico suele estar bastante prohibido y mal visto el uso de I.A tanto para estudiar como para resolver actividades”; “Estuvo buena porque me forzó a intentar usar una herramienta que intento evitar en general. Aún más, tuve que aprender a reformular las preguntas y direccionar exactamente las respuestas a donde yo necesitaba, que es algo que tal vez requiera el día de mañana”; “Me pareció muy interesante ya que nos mostró que la

IA puede tanto cometer errores como responder correctamente”; “Me pareció interesante porque fue la primera vez que se me pidió realizar una actividad con inteligencia artificial, lo cual significa que la cátedra se adapta a los avances tecnológicos y medios que empleamos los alumnos como estudio, personalmente me hizo ser más cuidadosa con su uso para que el informe tenga coherencia y no solo copiar y pegar”.

Cuando algún estudiante eligió para la exposición oral la actividad de las fotos o las preguntas aplicadas, luego de la presentación, en un clima ameno y distendido, se votó entre todos los presentes cuál explicación creímos que fue elaborada por el estudiante y cuál por la IA. En la encuesta se les preguntó: ¿Pudiste darte cuenta fácilmente cuando tus compañeros expusieron, cuáles explicaciones fueron elaboradas por ellos y cuáles por la inteligencia artificial? Aunque la mayoría manifestó una gran dificultad para distinguirlas, algunos compañeros destacaron detalles en los cuáles pudieron percibir acertadamente cuándo aplicaciones basadas en técnicas de IA fueron usadas y cuándo no. Seleccionamos algunos comentarios, que permiten apreciar las reflexiones de los estudiantes: “Las presentaciones de mis compañeros fueron buenas, no me di cuenta cuál de sus explicaciones fueron elaboradas con IA. Creo que mis compañeros pudieron adquirir conocimiento y manejar la información de manera adecuada, lo cuál refleja un buen manejo de la IA”; “En algunos casos si, por lo que se mencionó antes de que las respuestas no son muy orgánicas y la mayoría de veces estas respuestas son en forma de listado, lo que hace muy fácil de reconocerlas. Pero en los casos donde hubo cierta revisión y/o un mejor uso de la IA me costó bastante diferenciar”; “En algunos casos fue más notorio que en otros, pero fue notorio cuando se hizo uso de la inteligencia artificial, en mi opinión cuando mejor fue usada la respuesta fue más cercana a una respuesta formulada por una persona. En los casos más notorios fue porque la información era muy precisa o mismo, no fue dada en el material teórico que nos dio la catedra”; “En algunos casos si, pero en algunos casos no. Esto tuvo que ver con cómo lo trabajó cada estudiante y el tema que seleccionaron”; “No fue fácil darse cuenta, a veces con cambiar palabras u oraciones de las respuestas de la IA, y adaptarlas a la idea de uno, cuesta ver cuando es usada y cuando no”.

En la encuesta se abordaron algunos aspectos generales sobre el uso de las aplicaciones basadas en IA. La mayoría consideró que la IA es una herramienta que puede ayudar a mejorar la productividad en su área de estudio o profesión (83%), mientras que un 17% manifestó no estar seguro.

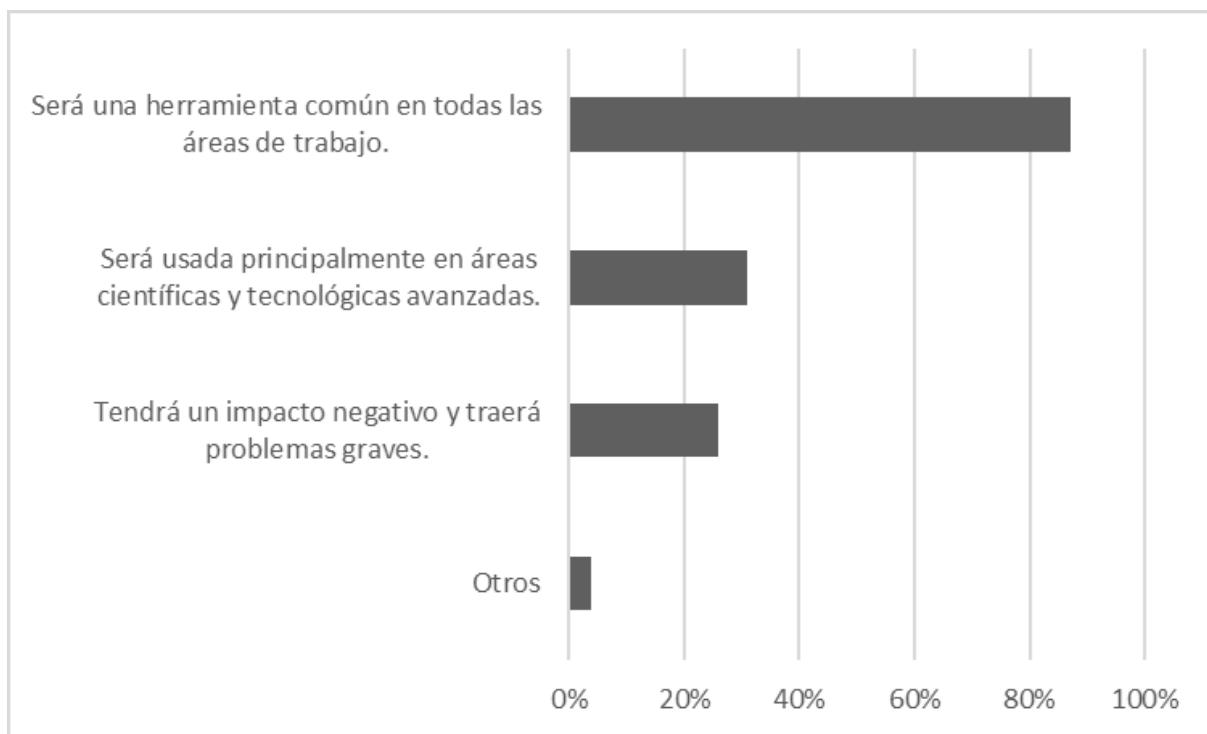
Se indagó sobre qué riesgos o desventajas percibían en el uso de la Inteligencia Artificial, con una pregunta de selección de más de una opción, con posibilidad posterior de ampliar sus opiniones (Figura 1). Muchos consideraron que puede generar una dependencia excesiva de la tecnología y valoraron importante la regulación ética de su uso.



**Figura 1: Riesgos o desventajas en el uso de la IA**

Cuando se les sugirió que ampliaran sus opiniones a quienes seleccionaron “otros”, mencionaron los intereses de las empresas propietarias de las aplicaciones de IA, generando preferencias en productos, servicios o información brindada, con posibilidades de censuras, y el problema de creer siempre verídica la información, cuando puede haber equivocaciones, poniendo en riesgo el propio pensamiento crítico.

Otro aspecto abordado en la encuesta fue la visión que tenían del uso en el futuro de la IA (pregunta con posibilidad de seleccionar más de una opción y luego ampliar, Figura 2). La mayoría coincidió en que sería ampliamente usada en todas las áreas de trabajo, y muy pocos valoraron que esto tendría un impacto negativo y traería graves problemas. En la ampliación de sus opiniones, quienes seleccionaron “otros”, consideraron que será beneficiosa si presenta una adecuada regulación y renovación constante, además mencionaron que: “se volverá la nueva herramienta de búsqueda rápida de información en el internet, como ya está sucediendo en varios navegadores web, donde las primeras respuestas que ofrecen son propuestas por la IA. Además, se está acelerando este proceso porque cada vez es más difícil “Googlear” cosas, es decir, antes, independientemente del motor de búsqueda que se utilice, se podía encontrar información relevante y de mejor calidad con mucho menos esfuerzo que hoy en día, ya que ahora por lo menos los 10 links de referencia que ofrece una búsqueda son publicidad o información no relacionada a lo que se está buscando”.



**Figura 2: ¿Cómo te imaginas el uso de la inteligencia artificial en los próximos 10 años?**

En relación a la educación, se les preguntó si consideraban que la IA cambiaría significativamente el futuro de la misma. El 69,6% de los estudiantes opinó que mejorará la personalización del aprendizaje y facilitará la enseñanza; un 4,3% opinó que la IA no tendrá un gran impacto en la educación y un 26,1% dijo no estar seguro del impacto que tendría.

Se les pidió a los estudiantes un comentario final sobre la experiencia y el uso de aplicaciones de IA. Las reflexiones de los estudiantes abarcan muchos aspectos de su formación como individuos y como profesionales, la evaluación de las herramientas respecto a su confiabilidad y la necesidad de su regulación legal. Se seleccionaron algunas opiniones, a modo de ejemplo: “Creo que la Inteligencia Artificial es un fenómeno que no podemos negar, abarca múltiples áreas pudiendo brindar información muy útil y que, con manejo adecuado puede resultar en una herramienta de gran utilidad. Me resultó interesante que desde la cátedra de química general se proponga su utilización”, “El impacto que puede tener la inteligencia artificial en la educación o en materia científica puede ser uno de los avances más grandes actuales o proceder a un gran retroceso. Esto sucede porque como se dijo antes en la encuesta, está sujeta al mandato de las compañías dueñas de ellas, pudiendo aplicar censuras o preferencias a su placer, como lo que está sucediendo poco a poco con los motores de búsqueda tradicionales, si no sucediera lo anterior, es una herramienta que facilita muchísimo la investigación y estudio sobre cualquier tema por la rapidez con la que puede analizar cientos de datos, y además de ser de fácil acceso a cualquiera que tenga conexión a internet, pudiendo contestar cualquier pregunta en segundos. Pero esto último también puede devenir en otro retroceso, como las generaciones actuales y venideras se acostumbraron a lo inmediato, cualquier proceso que lleve más de algunos minutos puede ser calificado como hartarte o aburrido, y llevándolo a la

educación, que es un proceso que lleva bastante tiempo, la mayoría de estudiantes se apegan a las respuestas rápidas y sencillas que les aporta la IA sin tener en cuenta cualquier error que pueda tener, sin consultar las fuentes donde se extrajo la información, ni analizando la respuesta a ver si está bien o mal según su propio criterio, llevando a una comprensión superficial o directamente nula de cualquiera sea el tema consultado”; “La IA es un arma de doble filo, actualmente, por cómo está en estos momentos, no la recomendaría usar para cuando querés aprender sobre un tema o asignatura nueva, a menos que sea muy básica, ya que no reconoce sus propios errores a menos que la corrijas, y aún así, muchas veces simplemente dice que cometió un error, pero sigue cometiéndolos cuando le pedís que reformule la respuesta considerando el error anterior. Por otra parte, si sabes sobre el tema, es una muy buena herramienta para recordar cosas específicas, aportando datos que ya conoces y guiando a la IA hacia tu objetivo”; “La inteligencia artificial es una herramienta muy poderosa, con la capacidad de proporcionar gran cantidad de información de manera instantánea. Sin embargo, es necesario corroborar esa información y mantener un criterio propio al utilizarla. Considero que no debemos depender completamente de la IA y que debemos ser conscientes de los peligros de su uso, especialmente en niños y adolescentes a la hora de realizar sus tareas. Cada vez observamos más que el uso irresponsable de la IA puede llevar a que no pensemos por nosotros mismos, no desarrollemos un criterio propio, ni fomentemos nuestras capacidades de redacción e investigación”.

## CONCLUSIONES

La propuesta de utilizar deliberadamente aplicaciones de IAG (como por ejemplo, agentes conversacionales –ChatGPT, Google Gemini, Claude, Microsoft Copilot– u otra aplicación a elección), fue novedosa para los estudiantes, teniendo un 100% de aceptación. En lugar de enfocarnos en la integridad académica (vinculada con la honestidad) de los estudiantes al llevar a cabo sus actividades con o sin el uso de IAG, generamos condiciones para la reflexión sobre su uso, incluyendo un aspecto lúdico. Los estudiantes se esforzaron considerablemente al elaborar respuestas con la asistencia de la IAG. Esto condujo al desarrollo de nuevas habilidades, que incluyeron la lectura, relectura y solicitud de revisiones, lo que permitió fortalecer y profundizar en los contenidos de la disciplina y lograr una comprensión más profunda, buscando el discurso escrito más apropiado.

Se promovió el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, quienes destacaron la importancia de no ser dependientes de la información que brindan las aplicaciones basadas en IA y la necesidad de tener conocimientos previos de los temas, antes de su uso, para evitar errores o aceptar información sin fundamentos. En los comentarios sobre la experiencia de intentar distinguir en el trabajo de los compañeros cuando habían usado o no la IAG, resultó interesante las observaciones sobre la forma del abordaje de los contenidos, los modos de

expresión, los conceptos que se incluyen y la conclusión de que es necesario reelaborar la información obtenida para construir explicaciones adecuadas. En la relación a distintos aspectos generales sobre el uso de aplicaciones basadas en la IA, la mayoría consideró que puede ayudar a mejorar la productividad en su área de estudio o profesión, que en el futuro cambiaría significativamente la educación, pero también expresaron preocupación por una dependencia excesiva de la tecnología y sobre las regulaciones éticas en el uso de las mismas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). Generative AI in education and research: Opportunities, concerns, and solutions. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2965–2971.
- Ardyansyah, A., Yuwono, A. B., Rahayu, S., Alsulami, N. M., & Sulistina, O. (2024). Students' perspectives on the application of a generative pre-trained transformer (GPT) in chemistry learning: A case study in Indonesia. *Journal of Chemical Education*, 101(9), 3666–3675. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00220>
- Arya, R. (2024). *Recent trends in artificial intelligence towards a smart world: Applications in industries and sectors* (R. Arya, S. C. Sharma, A. K. Verma, & B. Iyer, Eds.). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-97-6790-8>
- Clark, M. J., Reynders, M., & Holme, T. A. (2024). Students' experience of a ChatGPT-enabled final exam in a non-majors chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1983–1991. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00161>
- Cooper, M. M., & Klymkowsky, M. W. (2024). Let us not squander the affordances of LLMs for the sake of expedience: Using retrieval-augmented generative AI chatbots to support and evaluate student reasoning. *Journal of Chemical Education*, 101(11), 4847–4856. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00765>
- Emenike, M. E., & Emenike, B. U. (2023). Was this title generated by ChatGPT? Considerations for artificial intelligence text-generation software programs for chemists and chemistry educators. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1413–1418. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00063>
- Exintaris, B., Karunaratne, N., & Yuriev, E. (2023). Metacognition and critical thinking: Using ChatGPT-generated responses as prompts for critique in a problem-solving workshop (SMARTCHEMPer). *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2972–2980. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00481>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L., & Garro-Aburto, L. (2019). Inteligencia artificial

- y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536–568. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- Perassi, Z. (2020). “La evaluación sigue siendo un reducto de mucho poder para el docente.” *Facultad de Educación, Universidad Nacional de Cuyo*. <https://educacion.uncuyo.edu.ar/zulma-perassi-la-evaluacion-sigue-siendo-un-reducto-de-mucho-poder-para-el-docente>
- Ramírez Navarro, M. F. (2011). La evaluación formativa. En *Evaluar contextos para entender el proceso del aprendizaje* (cap. V). Eumed.net. [https://www.eumed.net/libros-gratis/2011d/1021/evaluacion\\_formativa.html](https://www.eumed.net/libros-gratis/2011d/1021/evaluacion_formativa.html)
- Reddy, M. R., Walter, N. G., & Sevryugina, Y. V. (2024). Implementation and evaluation of a ChatGPT-assisted special topics writing assignment in biochemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(7), 2740–2748. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00226>
- Ríos Hernández, I. N., Mateus, J. C., Rivera Rogel, D., & Rosa Ávila Meléndez, L. (2024). Percepciones de estudiantes latinoamericanos sobre el uso de la inteligencia artificial en la educación superior. *Austral Comunicación*, 13(1), e01302. <https://doi.org/10.26422/aucom.2024.1301.rio>
- Solis Peralta, F. M., Huerta Patraca, G. A., & Hernández Martínez, C. E. (2024). Inteligencia artificial en educación: La opinión de estudiantes universitarios sobre el uso de ChatGPT. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 5(4), 55–71. <https://doi.org/10.56152/reped2024-dossierIA2-art6>
- Talanquer, V. (2023). Interview with the chatbot: How does it reason? *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2821–2824. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00472>
- Tassotti, S. (2024). Assessment of students’ use of generative artificial intelligence: Prompting strategies and prompt engineering in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2475–2482. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00212>
- Tyson, J. (2023). Shortcomings of ChatGPT. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 3098–3101. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00361>
- West, J. K., Franz, J. L., Hein, S. M., Leverentz-Culp, H. R., Mauser, J. F., Ruff, E. F., & Zemke, J. M. (2023). An analysis of AI-generated laboratory reports across the chemistry curriculum and student perceptions of ChatGPT. *Journal of Chemical Education*, 100(11), 4351–4359. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00581>
- Young, J. D., Dawood, L., & Lewis, S. E. (2024). Chemistry students’ artificial intelligence literacy through their critical reflections of chatbot responses. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2466–2474. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00154>

# **INTERPRETACIONES DE LA PRIMERA LEY DE NEWTON: UNA REVISIÓN DESDE TEXTOS CLÁSICOS Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Ana Paula Corrales Casaravilla – Ce.R.P. del Norte, Uruguay  
Washington Meneses – Ce.R.P. del Norte, Uruguay

## **INTRODUCCIÓN**

El estudio de la mecánica clásica se basa en las leyes enunciadas por Newton en su obra Principios matemáticos de la filosofía natural (*Principia*), publicada en 1687. Por su relevancia epistemológica, conceptual y académica, este tema está presente en todos los textos de física, tanto en los utilizados en cursos introductorios como en los de asignaturas específicas de nivel terciario. A pesar de la amplia difusión de estos temas, la redacción de los axiomas presenta variaciones de un texto a otro. Históricamente, los cambios en las interpretaciones de las leyes de Newton se remontan a las primeras ediciones del *Principia*.

Centrándonos en la primera ley, Galili y Tseitlin (2003) afirman que el latín, idioma original en el que fue escrito el libro, afectó la comprensión de ese axioma debido a su “forma textual pura”, ya que las palabras poseen distintos significados que dependen del contexto, lo que limita una traducción exacta a otros idiomas, abriendo camino a interpretaciones especulativas. Específicamente, cuando se traduce un texto que expone una idea novedosa, el traductor puede fácilmente pasar por alto o malinterpretar el propósito primario del autor. Esta discrepancia en las traducciones del latín ha sido divulgada recientemente por el trabajo de Daniel Hoek (2023).

La revisión de los libros de física utilizados en la formación docente permite identificar cómo esas diferentes interpretaciones de la primera ley de Newton (que, correlativamente, afectan la comprensión de las otras dos leyes) han influido en la redacción de los textos. Además, la familiaridad con un libro u otro puede condicionar el modo en que los docentes de ciencias explican estos temas. En este trabajo se comparten los resultados de una breve exploración bibliográfica y su clasificación parcial para colaborar en el análisis didáctico y conceptual de esas perspectivas sobre la primera ley de la mecánica.

Desde noviembre de 2022, además de las consultas en libros de texto, los docentes y estudiantes han incorporado el uso de la inteligencia artificial (IA) para la búsqueda de información. Esta es una tecnología reciente y en rápida expansión, que entrega respuestas inmediatas, personalizadas e interactivas de múltiples fuentes, aunque algunas no están revisadas académicamente.

Dado que el lenguaje es generativo, la IA presenta su propia interpretación del tema consultado. Esta forma disruptiva de exploración del conocimiento también puede agregar nuevas perspectivas a los principios de Newton, casi como una nueva traducción del modelo. La IA consultada para este trabajo fue ChatGPT 4.0, un modelo de lenguaje entrenado en datos textuales cuya función principal es generar respuestas coherentes y útiles según el contexto proporcionado. De esta forma, se ha incorporado esta modalidad de búsqueda a la investigación para poder comparar las respuestas ofrecidas por las IA con las presentadas en los libros de texto y analizar sus coincidencias y discrepancias.

## FUNDAMENTACIÓN

Al consultar el concepto de Inercia y la primera ley de Newton, que se desarrolla en los textos recomendados para los cursos introductorios de la carrera de grado de Profesores de Física, docentes y estudiantes de Formación Docente del Ce.R.P. del Norte, Rivera, Uruguay, observaron que la aparente simplicidad sobre el concepto de fuerza neta en la primera ley Newton se corresponde con una interesante dualidad de interpretaciones. Por un lado, aparece la idea de ausencia de fuerzas y desde otra perspectiva, como fuerza neta nula.

El primer análisis de esas dos interpretaciones se originó a partir de una advertencia presentada en el texto de Física, volumen 1, de Serway, designada como prevención de riesgos ocultos, que expresa que la primera ley de Newton no explica lo que sucede con un objeto con fuerza neta cero, esto es, múltiples fuerzas que se cancelan; expresa lo que ocurre en ausencia de fuerzas externas (Serway, 2012, p.98). Esta aclaración resultó inesperada porque no coincide con lo planteado en otros textos del mismo nivel. En la enseñanza del tema, se consideró obvia la interpretación de la primera ley y su relación con el concepto de interacción, pero la participación de los estudiantes y la consulta en diversas fuentes han señalado que hay más de una interpretación en los textos recomendados para los cursos iniciales de nivel terciario. Esto motivó a explorar qué indican algunos libros clásicos sobre el tema.

La relevancia de este trabajo para la formación de Profesores de Física radica en algunos aspectos clave que contribuyen de manera práctica a su desarrollo académico y profesional.

La primera ley de Newton es un concepto esencial en la mecánica clásica, y su correcta comprensión es básica para enseñar física de manera efectiva. Al analizar las diferentes interpretaciones que los textos ofrecen sobre esta ley, el trabajo busca proporcionar a los futuros docentes una visión más amplia y crítica, ayudándoles a reconocer las sutiles variaciones que pueden afectar la comprensión del principio de inercia. Esta reflexión puede ayudarles a enseñar de forma más precisa y adaptada a las necesidades de sus alumnos.

Por otro lado, dado que las traducciones han dado lugar a interpretaciones diversas, este análisis puede ser útil para que los docentes en formación tomen conciencia de cómo pequeños cambios en la redacción pueden influir en la comprensión de un concepto científico.

Este trabajo no pretende resolver todas las discrepancias, pero sí ofrece una base para que los profesores se familiaricen con distintas perspectivas y las consideren en su planificación de aula. Además, la introducción al uso de herramientas como la IA ChatGPT, tiene como objetivo mostrar cómo las nuevas tecnologías pueden apoyar la organización y el análisis de información. Si bien no es la única herramienta disponible, su inclusión puede servir como un ejemplo de cómo los novatos docentes pueden beneficiarse de recursos digitales para procesar datos y comparar enfoques de manera más eficiente. Esto podría, eventualmente, facilitar su trabajo tanto en la investigación como en la enseñanza.

### **INTERPRETACIONES DE LA PRIMERA LEY**

En 1687, Newton planteó que “Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum suum mutare”, o sea, en la traducción de la versión en español, todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme a lo largo de una línea recta, a menos que una fuerza impresa lo obligue a cambiar su estado. Según el análisis de Sebastiá (2013), este enunciado resalta la equivalencia dinámica de los estados de reposo y de movimiento rectilíneo uniforme, además de que sea suficiente la actuación de una fuerza impresa (fuerza externa) para el cambio de estado.

Es importante destacar que “Newton distinguía dos tipos de fuerza: la fuerza interna o de inercia, “vis insita” (definición III) y la fuerza impresa o externa, “vis impressa” (definición IV). La fuerza de inercia justificaba que un cuerpo se resistiese a cambiar su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme y sólo modificase su estado por la aplicación de una fuerza externa (la fuerza impresa)” (Sebastiá, 2013).

En el proceso histórico de traducir e interpretar los hechos experimentales y epistemológicos asociados al modelo newtoniano, los autores de textos contemporáneos presentan adaptaciones del enunciado de la primera ley. A continuación, se recopilan algunas de las definiciones que se identificaron en textos introductorios de física a nivel universitario. La selección de estos se realizó en función de presencia en las recomendaciones de los programas de las asignaturas de Formación Docente de Uruguay.

El primer texto elegido fue el que originó la discusión. El concepto presentado en el texto de Física, tomo 1, de Serway, donde la primera ley del movimiento de Newton “define un conjunto especial de marcos de referencia llamados marcos inerciales” ...” Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un marco de referencia inercial en el que el objeto tiene aceleración cero.”, y agrega que esta ley “explica lo que sucede con un objeto con fuerza neta cero, esto es, múltiples fuerzas que se cancelan; expresa lo que ocurre en ausencia de fuerzas externas. Esta diferencia sutil pero importante permite definir la fuerza como la causa de un cambio en el movimiento. La descripción de un objeto bajo el efecto de fuerzas que se equilibran la cubre la segunda ley de Newton” (Serway, 2012).

Otra consulta bibliográfica corresponde al texto de Alonso y Finn, que introducen la dinámica a partir del concepto de partícula libre, “aquella que no está sujeta a interacción alguna”. En la práctica, hay algunas partículas que los autores consideran libres, “ya sea porque se encuentran suficientemente lejos de otras y sus interacciones son despreciables, o porque las interacciones con las otras partículas se cancelan, dando una interacción total nula” (Alonso, 1971). En este texto, la ley de inercia establece que una partícula libre se mueve en línea recta con una velocidad constante o se encuentra en reposo (velocidad cero). Los autores concluyen esta explicación diciendo: “Luego, cuando enunciamos la ley de inercia debemos indicar con respecto a quién o a qué se refiere el movimiento de la partícula libre”, lo que se relaciona con los sistemas inerciales.

Un texto clásico es el de Halliday & Resnick, donde se cita que “considérese un cuerpo sobre el cual no actúa alguna fuerza neta. Si el cuerpo está en reposo, permanecerá en reposo. Si el cuerpo está moviéndose a velocidad constante, continuará haciéndolo así, luego sigue con que no hay distinción entre un cuerpo sobre el cual no actúa una fuerza externa y un cuerpo sobre el cual la suma o resultante de todas las fuerzas externas sea cero” (Halliday, 1994). Estos autores pasan enseguida a identificar los referenciales inerciales como parte de la primera ley. Entre los materiales más indicados por la bibliografía de los cursos de formación docente se encuentra el libro de Sears, Zemansky y Young (2009), que presenta la primera ley considerando que un cuerpo sobre el que no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero. (p.108). Sin embargo, luego plantean que si la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo (la fuerza neta) es cero, el cuerpo está en equilibrio y tiene aceleración cero. Por motivos prácticos, se consideró que esta aclaración corresponde a la real posición conceptual de los autores.

Moore, en su libro Física, seis ideas fundamentales, comenta que “en ausencia de interacciones externas, el centro de masa de un objeto (o sistema) se mueve con una velocidad constante”. Además, agrega que, si un cuerpo está en reposo o moviéndose uniformemente a lo largo de una línea recta, continuará en su estado de reposo o de movimiento uniforme a lo largo de la línea recta a no ser que se vea obligado a modificar dicho estado por la acción de algún agente externo. “Esto ocurrirá solamente si se observa al cuerpo en un sistema de referencia inercial” (Moore, 2005).

En el mismo sentido, Roederer plantea que la experiencia dice que un cuerpo no cambia su movimiento a menos que se le ponga en interacción con otro, lo que significa que su vector velocidad permanece constante. Cita que “lo que acabamos de anunciar es una ley física deducida de una experiencia física. Esta experiencia física es por cierto ideal, puesto que ha consistido en observar el movimiento de un cuerpo libre de toda interacción. La condición ideal puede en todo caso aproximarse con experiencias reales cada vez más refinadas” (Roederer, 2008).

Otro referente en los cursos técnicos y de ingeniería, el libro de Dinámica de Beer y Johnston se describe la primera ley a partir de que, si la resultante de las fuerzas que actúan sobre la partícula es cero, la aceleración de la partícula también es cero. “Si la partícula se encuentra inicialmente en reposo con respecto al sistema de referencia newtoniano utilizado, así se mantendrá en reposo. Si en un principio se movía con velocidad constante, la partícula mantendrá una velocidad constante; esto es, se moverá con velocidad constante en una línea recta. Esto es el enunciado de la primera ley de Newton. De tal modo, la primera Ley de Newton constituye un caso particular de la segunda ley y puede omitirse de los principios fundamentales de la mecánica” (Beer, 2010, p. 694).

Finalmente, se eligió el texto Mecánica clásica de Taylor por su carácter contemporáneo. Este libro propone una doble mirada al problema de la primera ley de Newton. Por un lado, el autor indica que la segunda ley de Newton incluye la primera, si no hay fuerzas actuando sobre un objeto. Evidentemente las dos leyes de Newton se cumplen sólo en los sistemas de referencia inerciales especiales (sin aceleración y sin rotación). Existe una sutileza, que aparece en la primera ley, la mayoría de los epistemólogos adoptan la interpretación de que la primera ley se debería usar para identificar estos sistemas inerciales (Taylor, 2018).

Por motivos de tiempo no se han incluido otros textos importantes, como las Lecturas de Feynman o el reciente Materia e interacciones de Chabay & Sherwood, que merecen una oportunidad para expandir este análisis. Sin embargo, los libros seleccionados permiten identificar dos grandes categorías de interpretación sobre la primera ley de Newton.

La primera categoría se denominó Concepción de fuerza neta, que agrupa dos conjuntos de definiciones, por un lado, las que plantean que la primera ley vale para suma vectorial de fuerzas nula. En el otro conjunto, se encuentran las definiciones que destacan la ausencia de fuerza e interacciones para validar la ley de inercia. La segunda categoría, denominada Independencia de la primera ley, se subdivide en Ley con plena independencia (que es necesaria para definir los referenciales inerciales) y, por otro lado, los que la consideran como un caso particular de la segunda ley de Newton.

En la Tabla 1, se resume esta propuesta de categorías, que respalda la complejidad de interpretación asociada con las definiciones científicas y, en consecuencia, la dificultad de establecer absolutos en la enseñanza de esos conceptos.

1º Categoría-Concepción de Fuerza Neta		2º Categoría-Independencia de la Primera Ley	
Suma vectorial de fuerzas nula.	Ausencia de fuerzas externas/interacciones.	Ley independiente. Permite la definición de los sistemas inerciales.	Caso particular de la segunda ley.
Sears-Zemansky Beer-Johnston Halliday & Resnick Taylor	Serway Moore Roederer Alonso-Finn	Serway Halliday & Resnick Roederer Sears-Zemansky Moore	Beer-Johnston Taylor

Tabla 1: Categorías identificadas que describen la primera ley de Newton.

## CATEGORÍAS ORGANIZADAS CON IA

Como segunda parte de este trabajo, se ha decidido explorar el potencial que ofrece la nueva tecnología de Inteligencia Artificial que presentó la empresa OpenIA en 2023 y que promete modificar el modo en que se interactúa con la información. Aunque en este momento están disponibles diversas IA, se optó por usar ChatGPT, en su versión 4o, porque tanto los docentes como los estudiantes están familiarizados con su funcionamiento. Las intenciones para usar la IA se resumen en identificar su capacidad de organizar la información que se le proporciona. Como primer paso, se discutieron y elaboraron los prompts, o sea, la solicitud diseñada para guiar la interacción entre la IA y el usuario, buscando que las indicaciones fueran lo más completas, pero sin condicionar las respuestas del algoritmo a los resultados que se dedujeron en la sección anterior.

*El prompt inicial de la interacción buscó identificar si ChatGPT tiene acceso a la web: “¿A qué textos de física y mecánica puedes acceder?”. La respuesta fue que no tiene acceso directo a libros específicos de física o mecánica, pero puede proporcionar información detallada, explicaciones y resúmenes de los conceptos y teorías más comunes de textos fundamentales de física y mecánica clásica. También presentó una lista de textos que el algoritmo considera destacados. Algunos de esos libros son los que se utilizaron en la exploración bibliográfica.*

La segunda interacción fue muy detallada e incluyó los textos referidos en la investigación.

Se le indicó a ChatGPT que: “Estoy investigando sobre la forma en que los siguientes autores presentan la primera ley de Newton: Alonso & Finn, Feynman, Halliday y Resnick, Sears y Zemansky, Serway, Tipler, Beer y Johnston, Taylor. Libros de ciencias universitarias. Solicito que identifiques las características que permitan agrupar las definiciones en dos categorías. Presenta el resultado en tablas donde se indican los autores dentro de cada categoría”. La

respuesta del algoritmo que, para agrupar las presentaciones de la primera ley de Newton según los autores mencionados, se identifican dos categorías basadas en los enfoques principales que suelen emplearse en la enseñanza de la dinámica y la física clásica.

1. Enfoque conceptual/fundamental: Los autores que se centran en los fundamentos filosóficos y conceptuales de la primera ley de Newton, abordando con mayor profundidad la idea de la inercia y la importancia de los marcos de referencia iniciales, con menos énfasis en ejemplos prácticos o técnicos. Esta categoría se muestra en la Tabla 2.

Categoría 1: Enfoque conceptual/fundamental	
Autores	Características del enfoque
Alonso & Finn	Énfasis en el sistema de referencia inercial, fuerza externa, y explicaciones claras de los fundamentos conceptuales.
Feynman	Tono filosófico y cualitativo, destacando la importancia histórica de la ley y su relación con sistemas de referencia.
Halliday y Resnick	Presentación clara y didáctica del concepto de inercia, destacando el principio y su relevancia en la física moderna.
Sears & Zemansky	Se centran en la definición de inercia y los sistemas iniciales, con ejemplos básicos para su comprensión conceptual.
Taylor	Discusión profunda de los principios de la mecánica, con un enfoque en las bases teóricas y conceptuales de las leyes.

Tabla 2: Primera categoría de organización presentada por ChatGPT.

Categoría 2: Enfoque práctico/técnico	
Autores	Características del enfoque
Serway	Ejemplos concretos y aplicados, centrados en el uso de la ley en problemas de dinámica y análisis de situaciones físicas.
Tipler	Presentación técnica, con énfasis en la resolución de problemas y ejemplos ingenieriles que aplican la primera ley de Newton.
Beer & Johnston	Enfoque aplicado en ingeniería, utilizando la ley para resolver problemas complejos de dinámica en sistemas vectoriales.

Tabla 3: Segunda categoría de organización presentada por ChatGPT.

Aunque estas categorías pueden ser correctas, no se orientan a la línea que se propuso en la primera parte de la exploración bibliográfica. Por ello, los siguientes prompts buscan orientar la mirada de la IA hacia parámetros más específicos. Se plantea: “Cuando analizamos las definiciones de los autores que se indicaron anteriormente, identificamos que algunos citan la ausencia de fuerzas y otros plantean la suma de fuerzas o fuerza resultante nula. Identifica qué autores proponen una u otra opción y organízalos en una tabla comparativa”. La respuesta de ChatGPT a esta petición, mostrada en la Tabla 4, fue bastante similar a la primera parte de la Tabla 1, lo que resulta interesante ya que el algoritmo no tiene acceso directo a los textos.

Categoría	Autores
Ausencia de fuerzas	<p>Alonso &amp; Finn: Mencionan que un cuerpo permanecerá en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme si no hay fuerzas actuando sobre él.</p> <p>Feynman: Se enfatiza la idea de que un cuerpo no necesita una fuerza para continuar en movimiento rectilíneo uniforme.</p> <p>Sears &amp; Zemansky: Enfatizan que, en ausencia de fuerzas externas, un cuerpo permanecerá en su estado de movimiento o reposo.</p>
Suma de fuerzas o fuerza resultante nula	<p>Halliday &amp; Resnick: Definen que un cuerpo permanece en reposo o movimiento rectilíneo uniforme cuando la suma de fuerzas es cero.</p> <p>Serway: Enfatiza que la fuerza neta o resultante debe ser nula para mantener el estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme.</p> <p>Tipler: Plantea que la suma de las fuerzas debe ser cero para que el cuerpo no cambie su estado de movimiento.</p> <p>Beer &amp; Johnston: Describen la primera ley en términos de la fuerza neta nula como condición para el equilibrio dinámico o estático.</p> <p>Taylor: Menciona explícitamente que la suma de fuerzas debe ser cero para que no haya cambio en el estado de movimiento de un cuerpo.</p>

Tabla 4: Organización de los autores según la existencia de fuerza resultante por ChatGPT.

Como interacción final, se solicitó a la IA que, “para los autores anteriores, también identificamos que se pueden clasificar según la independencia de la primera ley. Algunos proponen que la primera ley es independiente porque definen los sistemas de referencia inerciales, mientras que otros plantean que la primera ley puede considerarse un caso particular de la segunda ley. Identifica qué autores se encuentran dentro de cada categoría y elabora una tabla comparativa según esos criterios”. La solución presentada por ChatGPT se indica en la Tabla 5.

Categoría	Autores
Primera ley independiente	<p>Alonso &amp; Finn: Defienden la independencia de la primera ley, señalando su rol fundamental para definir los sistemas de referencia inerciales.</p> <p>Feynman, Plantea que la primera ley define el concepto de inercia y los sistemas de referencia inerciales, siendo independiente de la segunda ley.</p> <p>Taylor: Explica la primera ley como un principio independiente, necesario para establecer el marco de referencia en el que se aplican las demás leyes.</p> <p>Sears &amp; Zemansky: Enfatizan la importancia de la primera ley para definir los sistemas de referencia inerciales, tratándola como independiente.</p>

Primera ley como caso particular de la segunda ley	<p>Halliday y Resnick: Presentan la primera ley como un caso particular de la segunda ley, cuando la fuerza neta es cero.</p> <p>Serway: Argumenta que la primera ley es una situación especial de la segunda ley, cuando la fuerza neta es nula.</p> <p>Tipler: Proponen que la primera ley puede considerarse un caso especial de la segunda ley de Newton.</p> <p>Beer &amp; Johnston: Señalan que la primera ley puede derivarse de la segunda ley como el caso en que la fuerza neta es cero.</p>
--	--

Tabla 5: Organización de los autores según la independencia de la primera ley por ChatGPT.

Esta última categoría se diferencia más de lo analizado directamente en los libros. Seguramente, la razón de esta discrepancia es que los autores accedieron a los textos originales, mientras que la IA decidió de forma casi aleatoria la clasificación. Es probable que esto se vea mejorado si se le adjunta a la IA el registro de lo propuesto por cada autor. Ese análisis excede a lo que pretendía este trabajo, que deja planteado que ChatGPT es una buena herramienta de organización, pero necesita datos muy precisos para alcanzar una respuesta que permita llegar a conclusiones adecuadas, por lo tanto, se recomienda su uso con moderación y constante revisión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M., & Finn, E. (1971). *Física. Volumen 1: Mecánica*. Fondo Educativo Interamericano.
- Beer, F., & Johnston, E. (2010). *Mecánica vectorial para ingenieros* (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Galili, I., & Tseytlin, M. (2003). Newton's first law: Text, translations, interpretations and physics education. *Science & Education*, 12, 45–73. <https://doi.org/10.1023/A:1022632600805>
- Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. (1994). *Física 1* (3.<sup>a</sup> ed.). CECSA.
- Hoek, D. (2023). Forced changes only: A new take on the law of inertia. *Philosophy of Science*, 90(1), 60–76. <https://doi.org/10.1017/psa.2021.38>  
(Original disponible en <https://encr.pw/DpLRb>)
- Moore, T. (2005). *Física: Seis ideas fundamentales* (2.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Newton, I. (2011). *Principios matemáticos de la filosofía natural* (E. Rada, Trad.; 2.<sup>a</sup> ed.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1687).
- OpenAI. (2024). *ChatGPT (v4o)*. OpenAI. <https://chat.openai.com>
- Roederer, J. (2008). *Física elemental*. Eudeba.
- Sears, F., Zemansky, M., & Young, H. (2009). *Física universitaria* (Vol. 1, 12.<sup>a</sup> ed.). Addison-Wesley.
- Sebastiá, J. (2013). *Las leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus*

- implicaciones en los textos de enseñanza.* <https://core.ac.uk/download/pdf/71022947.pdf>
- Serway, R., & Vuille, C. (2012). *Fundamentos de física* (Vol. 1, 9.<sup>a</sup> ed.). Cengage.
- Taylor, J. (2018). *Mecánica clásica* (9.<sup>a</sup> ed.). Reverté.

# **INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN A NIVEL UNIVERSITARIO. IMPLICANCIAS Y DESAFÍOS.**

Mariela Ferreira-Gomes – Universidad de Buenos Aires, Argentina

Santiago Faraj – Universidad de Buenos Aires, Argentina

Claudia Filomatori – Universidad de Buenos Aires, Argentina

Mónica Montes – Universidad de Buenos Aires, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

Desde que el matemático británico Alan Turing, a comienzo del siglo XX, planteó la polémica sobre la capacidad de las máquinas para imitar la inteligencia humana, la intensa exploración teórica y el desarrollo de la computación y los procesadores, llevaron en la Conferencia de Dartmouth de 1956 a plantear por primera vez el término Inteligencia Artificial (IA) (Kline, 2011). La transformación digital y las tecnologías basadas en IA han ganado un lugar preponderante en el ámbito científico a la hora de planificar múltiples actividades como la búsqueda de información, la preparación de exposiciones o el diseño de las evaluaciones. Entendiendo la amplia variedad de definiciones que presentan a la IA, aquí lo pensamos como el campo de la informática dedicado a la construcción de programas que interpreta y procesa el lenguaje natural y produce acciones para lograr un objetivo dado (Russell S & Norvig P, 2003). En particular, nos interesa la IA generativa, es decir, aquella capaz de crear contenido innovador ya sea texto, imágenes, música o videos que no existían previamente, pero que se espera sean coherentes y realistas.

Como docentes de la Universidad de Buenos Aires, estamos a cargo del curso de posgrado *Metodología de la Investigación* (de Asúa et al., 2006), que se dicta en la Facultad de Farmacia y Bioquímica. Este curso tiene como objetivo capacitar a estudiantes de doctorado y a graduados de diversas carreras, como Farmacia, Bioquímica, Biología y Biotecnología, brindándoles herramientas metodológicas actualizadas para el desarrollo de investigaciones de nivel científico. A lo largo de la carrera académica, los científicos debemos plantear rigurosamente nuestros proyectos y comunicar los resultados de nuestra investigación, por lo que consideramos que el contenido del curso es de gran utilidad para los estudiantes de postgrado.

El curso de posgrado Metodología de la Investigación se dicta desde hace casi 2 décadas, cuando el impacto de la web ya había modificado la forma de acceder e interactuar con la información general y académica en particular. Posteriormente, irrumpieron las redes sociales, Instagram, Facebook y X, como elemento comunicacional en ciencias, por lo que hemos ido incorporando

conceptos y herramientas tecnológicas que resultan importantes a la hora de pensar en redactar un trabajo científico, organizar una tesis o realizar búsquedas bibliográficas.

Dentro de este contexto, desde el año 2023 observamos que, ante una actividad tradicional de elaboración de contenido científico, algunos estudiantes comenzaron a incorporar programas de IA en diferentes grados, con la finalidad de mejorar la escritura, integrar ideas o buscar bibliografía. Ante este panorama, durante el dictado del curso en el año 2024 decidimos incorporar a la IA en las clases, con el fin de entender y escrutar sus beneficios y los riesgos en la preparación de un trabajo científico.

En este capítulo, compartimos nuestra experiencia como docentes en el uso de herramientas de IA tanto en la planificación de las actividades como en el intercambio con los estudiantes, y presentamos estrategias surgidas de la misma para orientar a los jóvenes científicos en el uso crítico de las tecnologías emergentes, enfatizando la importancia del juicio propio y el compromiso con la integridad académica.

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: REDACCIÓN DE RESÚMENES CIENTÍFICOS

La actividad integradora del curso Metodología de la Investigación consiste en la elaboración de un proyecto de investigación. En las primeras clases, los estudiantes deben preparar resúmenes relacionados con su tema de investigación y enviarlos a través del campus virtual de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA) para su análisis y evaluación. El resumen debe constar de dos párrafos de acuerdo con los lineamientos indicados en la Tabla 1. Esta actividad es clara y concreta, pero exige un esfuerzo minucioso, ya que se deben sintetizar múltiples aspectos de la investigación en pocas palabras. Es importante señalar que los lineamientos se explican detalladamente, siguiendo la consigna, y que en ningún momento se menciona ni se sugiere el uso de herramientas de IA para asistir en la redacción del resumen.

Una vez que los docentes evalúan la actividad, los textos se analizan junto a los estudiantes y se abordan aspectos generales y concretos de la redacción de un resumen científico. Luego, a cada estudiante se le asigna un tutor con quien trabaja las particularidades de su tema de investigación, permitiendo así un acompañamiento personalizado y un análisis detallado y específico de su proyecto.

En nuestra última experiencia con esta actividad, advertimos una notable diferencia con años anteriores, en los cuales se utilizaron estrategias tradicionales a la hora de redactar, y el uso de programas de IA para la elaboración o revisión del texto fue casi nulo. Durante la puesta en común de la actividad, algunos estudiantes declararon haber utilizado herramientas de IA como apoyo en la escritura. La mayoría explicó que las usaron principalmente para generar ideas, sin llegar a redactar el resumen completo. Entre los programas más mencionados se encontraban ChatGPT y en menor medida Gemini y Copilot, en sus versiones gratuitas. ChatGPT, lanzado por OpenAI y basado en la arquitectura GPT (*Generative Pre-trained Transformer*) (OpenAI, 2024) es

el modelo de lenguaje más utilizado en la generación de texto. Esta herramienta, como tantas otras, está entrenada en grandes volúmenes por lo que puede generar lenguaje natural de manera coherente y por ser muy poderosa, ha suscitado controversias y acalorados debates acerca de su aplicación en el mundo académico (Yu et al., 2024).

<b>El Proyecto de Investigación</b> <b>El Resumen</b>	
<p>Consigna: Un extracto dando relieve a los aspectos que se desarrollan en el proyecto. No se trata del resumen de lo que se hizo, como el que aparece en una publicación, sino el de una propuesta de trabajo, donde se debe expresar brevemente la necesidad del proyecto, las propuestas para su resolución, la metodología y los eventuales resultados y beneficios</p>	
<b>Consideraciones</b>	<b>Ejercicios</b>
<p>Es conveniente escribir el RESUMEN luego de haber completado el resto del proyecto, pero como consecuencia del ejercicio que implica su escritura pueden surgir ideas que modifiquen párrafos importantes en el resto del proyecto.</p> <p>Modelo de dos párrafos:</p> <p><b>Párrafo I:</b> (a) Ubique su propuesta en el contexto amplio del tema. (b) Establezca las hipótesis a examinar y/o los objetivos a cumplir. (c) Establezca la relevancia de su propuesta e identifique los vacíos que cubrirá en el conocimiento de su campo. (d) Si lo desea, mencione aquí sus resultados preliminares. (e) Describa sucintamente el trabajo a desarrollar.</p> <p><b>Párrafo II:</b> (a) Mencione las técnicas y materiales a usar. (b) Discuta los resultados esperados y (c) explique por qué generarán un avance en su área de estudio y eventualmente en otras áreas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Critique los resúmenes escritos por otra gente a la luz de sus correspondientes proyectos.</li> <li>- Busque otros resúmenes en la web y critíquelos.</li> </ul>

Tabla 1. Consigna de la actividad. Elaboración de un resumen científico.

Al analizar los trabajos presentados por los alumnos, observamos que eran gramaticalmente correctos pero que la utilización de IA no subsanaba problemas en el diseño del proyecto, como la falta de controles experimentales y la coherencia entre los objetivos y la metodología propuesta. Este aspecto nos condujo a un espacio de discusión y reflexión con los jóvenes investigadores sobre el impacto de estas herramientas en el ámbito académico. Si bien la IA es una herramienta poderosa, no se le debe ceder el control del proyecto, ya que es incapaz de aplicar el método científico y suplir al estudiante en el pensamiento crítico. De esta forma nuestro objetivo como

educadores ya no es solo que los estudiantes sean capaces de redactar un texto científico, sino también que desarrollen habilidades para el uso responsable de estas tecnologías.

## DETECCIÓN DE CONTENIDO ORIGINAL Y PREVENCIÓN DEL PLAGIO

En el análisis de los resúmenes, además de considerar el cumplimiento de la consigna, empleamos herramientas de IA para enriquecer la evaluación convencional, siguiendo el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 1. Implementamos tecnologías que contribuyen a detectar tanto el porcentaje de texto que podría haber sido producido por IA como posibles casos de plagio.

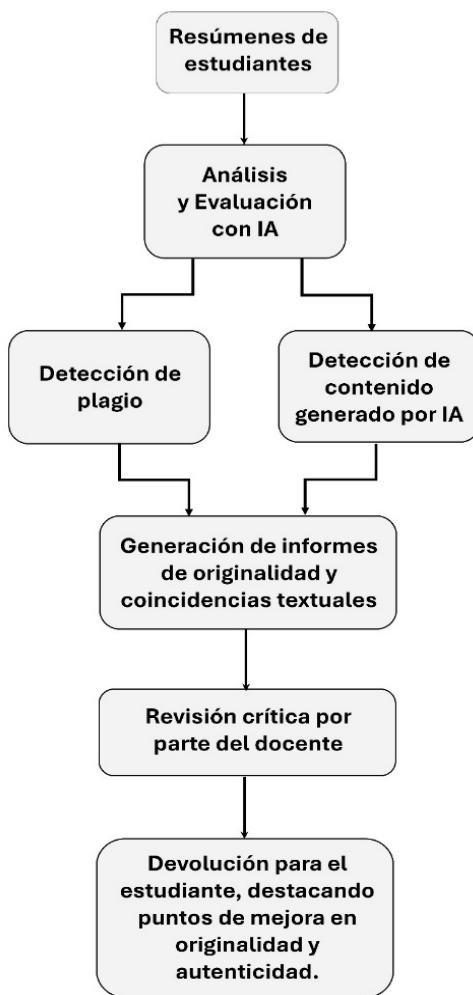


Figura 1. Diagrama de flujo de análisis y evaluación de resúmenes con apoyo de IA.

Para identificar contenido generado por IA, se utilizaron recursos como Quillbot, Aidetectorwriter o Wrizzle (en sus versiones gratuitas), entre otros. Estas herramientas detectan similitudes con cierta precisión mediante el uso de algoritmos que analizan patrones y características específicas de los textos elaborados con IA. Si bien su precisión no es absoluta, brindan una probabilidad acerca la intervención de IA en la generación del texto.

Respecto a la detección de plagio, se realizaron ejercicios utilizando herramientas como Grammarly, Plagiarismdetector, Duplchecker (en sus versiones gratuitas), entre otras, las cuales comparan el texto con bases de datos de publicaciones académicas, sitios web y

otros documentos e identifican coincidencias textuales. De esta manera generan informes detallados que incluyen porcentajes de plagio y fuentes de coincidencia, permitiendo evaluar si un texto contiene elementos extraídos textualmente de otros trabajos. Las propias plataformas advierten sobre la necesidad de un uso consciente, ya que los propios avances en IA logran eludir los algoritmos de identificación, entre otras causas porque las mismas plataformas ofrecen herramientas para “humanizar” los textos.

En nuestra experiencia, la precisión en la detección de contenido creado mediante IA y posibles casos de plagio varía según la plataforma: en algunos casos, encontramos falsos positivos, mientras que en otros no se identificó contenido que había sido completamente generado por IA.

A continuación, se mostrará un ejemplo de aplicación de estas herramientas analizando un texto compuesto por un fragmento del libro “La Investigación en Ciencias Experimentales. Una Aproximación Práctica” y una parte generada completamente con IA (Tabla 2).

Fragmento del libro “La Investigación en Ciencias Experimentales. Una Aproximación Práctica”	<p>En algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (concebida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporciona, por lo menos, una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desprende de lo discutido en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de ‘metodología’ exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, también está muy alejada de estos abstractos esquemas. La experiencia de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas indican que la ‘vida’ de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una prolífica prescripción de etapas a cubrir.</p>
Contenido generado por ChatGPT	<p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento suelen surgir de intuiciones, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis. Lejos de seguir una secuencia rígida, el proceso científico se adapta y evoluciona, permitiendo ajustes en función de los resultados obtenidos. Así, la labor científica se convierte en una actividad dinámica e inacabada, en la que cada hallazgo abre la puerta a nuevas preguntas y exploraciones.</p> <p>En última instancia, la ciencia no solo es una metodología, sino también una forma de cuestionar y comprender el mundo que nos rodea. Este enfoque abierto y adaptable permite a la comunidad científica desafiar sus propios límites y fomentar la innovación. Al comprender que el método científico es solo una guía y no una fórmula inmutable, podemos apreciar mejor el valor de la curiosidad, el rigor y la perseverancia en cada descubrimiento.</p>
Cálculo por el número de palabras.	<p style="text-align: center;">52 % humano 48 % IA</p>

Tabla 2. Texto presente en el libro o generado por ChatGPT para evaluar mediante IA.

El análisis de detección de IA se muestra en la Tabla 3, como puede verse el mejor análisis lo realizaron las plataformas AI detector Writer y Wrizzer, aunque aparece un fragmento de contenido generado por IA que no fue reconocido (~8% respecto del total del texto). UNDETECTABLE AI y Quillbot no reconocieron el contenido de IA en el texto, su resultado indica que el texto fue escrito 100% por un humano.

Plataforma	Resultado de la herramienta Detector de contenido de IA
 <b>QuillBot</b>	 <p>En algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (concebida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporcional, por lo menos, como una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desaprueba de lo discutido en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de metodología exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, es que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p>
 <b>Ai detector writer</b>	 <p>Tu texto contiene señales mixtas, con algunas partes generadas por IA/GPT</p> <p>En algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (concebida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la Investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporcional, por lo menos, como una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desaprueba de lo discutido en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de metodología exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, es que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p>
 <b>wrizzle</b>	 <p><b>Detector de IA</b></p> <p>Identifica contenido generado por IA de ChatGPT, GPT4, Gemini y más.</p> <p>(concebida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la Investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporcional, por lo menos, como una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desaprueba de lo discutido en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de metodología exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, es que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p>
<b>[ud] UNDETECTABLE AI</b>	<p><b>Detector y Humanizador de IA Avanzado</b></p> <p><b>[undetectable AI]</b></p> <p><i>(Valorado como el Mejor Detector de IA #1 por Forbes)</i> Uso nuestro detector de IA para comprobar si tu texto será marcado como contenido escrito por IA. Luego, haz clic en "humanizar" para eliminar la detección de IA y asegurarte que tu texto pasea los principales detectores de IA. Nuestro humanizador de texto de IA hace esto mejorando tu contenido para igualar la calidad de la escritura humana.</p> <p><b>LEGIBILIDAD:</b> Secundaria   <b>PROPOSITO:</b> Escritura general   <b>CARÁCTERES:</b> 217/15000 CARÁCTERES + 333 PALABRAS</p> <p>En algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (concebida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporcional, por lo menos, como una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desaprueba de lo discutido en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de metodología exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, es que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p>Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el conocimiento surgen de la intuición, experimentos fallidos y reformulaciones constantes de hipótesis, tajos de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas. Indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una profunda prescripción de etapas a cumplir.</p> <p><b>EQUILIBRIO:</b> Esperando su soporte   <b>SEGURIDAD:</b> Máxima   <b>RELIABILIDAD:</b> Máxima   <b>MÁS HUMANO:</b> Máxima</p> <p><b>ACUERDO LOS TÉRMINOS DEL SERVICIO (SIN MALAS PRACTICAS ACADÉMICAS)</b>   <b>LIMPIAR</b>   <b>CHECAR PRENSA DE IA</b>   <b>HUMANIZAR</b></p> <p>Tu contenido parece humano ✅</p> <p>PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE IA</p> <p>GPTZERO OPENAI WRITER CROSSLIG COPYLEAKS SAPLING CONTENTATSCALE ZEROPICT</p> <p>CLAVE: 100% HUMANO 50% HUMANO 0% HUMANO</p>

Tabla 3. Análisis con plataformas que detectan contenido generado por IA del Texto mostrado en Tabla 2.

La detección de contenido generado por IA en un texto no indica que tal contenido sea incorrecto, por el contrario, si el autor acompaña el resultado generado por IA con un

análisis crítico y modifica e incorpora texto de elaboración propia, estas herramientas resultan beneficiosas.

Por otro lado, intentamos realizar un análisis de plagio como se muestra en la Tabla 4.

Plataforma	Resultado de Plagio												
	<p><b>Plagiarism Checker by Grammarly</b></p> <p>Ensure every word is your own with Grammarly's plagiarism checker, which detects plagiarism in your text and checks for other writing issues.</p> 												
	<p><b>Dupli Checker</b></p> <p>Plagiarism Scan Report Date: 10-II-2024</p> <table border="1"> <tr> <td>0%</td> <td>Exact Match</td> <td>100%</td> <td>Unique</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>Partial Match</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Content Checked For Plagiarism</p> <p>In algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (conocida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporciona, por lo menos, una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desprende de lo dictado en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de metodología exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, también está muy alejada de estos abstractos esquemas. La experiencia de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una prefigura preescritión de etapas a cubrir. Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son reconocidos en estas representaciones esquemáticas. Los avances en el</p>	0%	Exact Match	100%	Unique	0%	Partial Match						
0%	Exact Match	100%	Unique										
0%	Partial Match												
	<p><b>Plagiarism Detector.net</b></p> <p>Plagiarism Scan Report Date: 10-II-2024</p> <table border="1"> <tr> <td>0%</td> <td>Plagiarized</td> <td>100%</td> <td>Unique</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Content Checked for Plagiarism</p> <p>In algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (conocida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporciona, por lo menos, una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desprende de lo dictado en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de "metodología" exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, también está muy alejada de estos abstractos esquemas. La experiencia de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una prefigura preescritión de etapas a cubrir. Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre son</p>	0%	Plagiarized	100%	Unique								
0%	Plagiarized	100%	Unique										
	<p><b>Check Plagiarism</b></p> <p>PLAGIARISM SCAN REPORT Date: November 10, 2024</p> <table border="1"> <tr> <td>Date</td> <td>November 10, 2024</td> </tr> <tr> <td>Exclude URL:</td> <td>NO</td> </tr> <tr> <td>Unique Content</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Plagiarized Content</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Word Count</td> <td>335</td> </tr> <tr> <td>Records Found</td> <td>0</td> </tr> </table> <p>CONTENT CHECKED FOR PLAGIARISM:</p> <p>In algunos textos elementales se puede leer todavía una descripción del método científico como la sucesión de los siguientes pasos: observación, hipótesis, experimentación, formulación de la ley, teoría (conocida como una suma de leyes). Todos estos elementos intervienen en la investigación científica y, en última instancia, el relato escolar no está tan alejado de la verdad en tanto proporciona, por lo menos, una versión honesta del MHD. Sin embargo, como se desprende de lo dictado en la sección precedente, el proceso es más complejo. Algunos manuales de "metodología" exhiben complicadísimos cuadros y diagramas de flujo que aspiran a describir los pasos de la investigación científica. ¿Es esta una imagen más adecuada de las cosas? La realidad, por cierto, también está muy alejada de estos abstractos esquemas. La experiencia de trabajo en laboratorio y los procesos de razonamiento y experimentación utilizados cotidianamente por miles de científicos y científicas indican que la "vida" de la ciencia es algo que no puede reducirse a un algoritmo, a una receta metodológica o a una prefigura preescritión de etapas a cubrir. Además, la ciencia se nutre de la creatividad y de la flexibilidad ante lo inesperado, aspectos que no siempre</p>	Date	November 10, 2024	Exclude URL:	NO	Unique Content	100	Plagiarized Content	0	Word Count	335	Records Found	0
Date	November 10, 2024												
Exclude URL:	NO												
Unique Content	100												
Plagiarized Content	0												
Word Count	335												
Records Found	0												

Tabla 4. Análisis con plataformas que detectan plagio del Texto mostrado en Tabla 2.

Se puede observar que estas herramientas no detectan el fragmento del libro, posiblemente porque no se encuentra en su base de datos. Resulta relevante que el texto generado por IA

no muestra indicios de plagio. Es fundamental verificar, en el caso de textos producidos por herramientas de IA, que no contengan frases textuales extraídas de otras fuentes sin citar, ya que esto podría afectar la originalidad y confiabilidad del contenido.

Dado que estos programas son utilizados en diversos tipos de evaluaciones en el área de la investigación, se generó un debate sobre cómo las revistas de artículos científicos han ido incorporando recursos de detección de plagio (Céspedes Apaza, 2020) que permiten a los editores comparar los trabajos presentados con extensas bases de datos y fuentes en línea, facilitando la identificación de coincidencias y preservando la honestidad académica en las publicaciones (Arce, 2016).

## BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA Y REFERENCIAS

Otra de las actividades formuladas fue estudiar la calidad de las referencias bibliográficas presentadas por los programas de IA y evaluar si estas eran de naturaleza académica, es decir artículos científicos o libros especializados. Si bien existen múltiples programas que podríamos mencionar con este fin, aquí nos centraremos en el ChatGPT por ser uno, como ya mencionamos, de los más utilizados.

Para realizar este estudio, se indicaba como consigna al ChatGPT la búsqueda de material académico sobre un tema de investigación determinado. Luego de varios intentos nos encontramos con un problema: el modelo solía generar citas ficticias. Este comportamiento podría deberse a que el ChatGPT está entrenado para generar respuestas coherentes y verosímiles basadas en patrones de lenguaje, sin mecanismos fiables para verificar la existencia o precisión de cada referencia.

En lugar de reconocer sus limitaciones en la búsqueda de información académica exacta, ChatGPT creaba referencias combinando fragmentos de información que pueden parecer auténticos, pero que no corresponden a ninguna fuente real. Los autores, las revistas y los títulos propuestos eran totalmente verosímiles, por lo cual no generaban sospechas al incluirse como referencias. ChatGPT fue incluso capaz de satisfacer siempre la demanda de una referencia más actualizada, lo cual lograba, simplemente, “inventando” una referencia con un año reciente.

Aquí presentamos algunos ejemplos que resaltan los riesgos de esta tendencia. En una ocasión nuestro “prompt” indicaba a ChatGPT que sugiriera bibliografía de nivel académico y que las referencias contuvieran el Digital Object Identifier (DOI). La cita presentada, en apariencia correcta por su estructura, era coherente con la línea de trabajo e incluso contenía el nombre de un autor experto en el tema (Figura 2). Sin embargo, al buscar el artículo, advertimos que no existía.

<b>Prompt</b>	<i>"Necesito las referencias bibliográficas completas incluyendo el DOI"</i>
<b>ChatGPT</b> 	<p><i>"Aquí tienes las referencias bibliográficas completas, incluyendo los DOI:</i></p> <p>1-Schmid, A., &amp; Tsuji, J. (2023). <i>Structure, Function and Regulation of the Plasma Membrane Calcium Pump in Health and Disease. Cells</i>, 12(6), 740. <a href="https://doi.org/10.3390/cells12060740">https://doi.org/10.3390/cells12060740</a></p> <p>2-2. Zhang, Y., &amp; Jiang, Y. (2022). <i>Metabolic regulation of calcium pumps in pancreatic cancer: role of phosphofructokinase-fructose-bisphosphatase-3 (PFKFB3)</i>. <i>Cancer &amp; Metabolism</i>, 10(1), 12. <a href="https://doi.org/10.1186/s40170-022-00336-5">https://doi.org/10.1186/s40170-022-00336-5</a></p> <p><i>Si necesitas más información o referencias adicionales, no dudes en pedirmelo.</i></p>

Figura 2: Esquema del prompt donde se solicita referencias que incluyan el DOI y devolución de ChatGPT.

A continuación, pedimos que confirmara la veracidad de estas (Prompt de la Figura 3):

<b>Prompt</b>	<i>"¿Podés confirmar que estas referencias existan?"</i>
<b>ChatGPT</b> 	<p><i>"Searched 3 sites (se despliegan los enlaces a Bing.com, mdpi.com y pdfs.semanticscholar.org)</i></p> <p><i>He confirmado que las referencias que te proporcioné existen y son relevantes para el comportamiento no hipérbolico de las curvas de sustrato de la bomba de calcio de membrana plasmática (PMCA).</i></p> <p><i>Aquí tienes las referencias completas con su DOI:</i></p> <p>1. Krebs, J. (2022). <i>Structure, Function and Regulation of the Plasma Membrane Calcium Pump in Health and Disease. International Journal of Molecular Sciences</i>, 23(3), 1027. <a href="https://doi.org/10.3390/ijms23031027">https://doi.org/10.3390/ijms23031027</a>;</p> <p>2. Berggren, J. R., &amp; Klee, C. B. (2023). <i>Signaling through the Plasma Membrane Calcium Pump (PMCA): Implications for Cardiovascular Health. Cells</i>, 12(1), 150. <a href="https://doi.org/10.3390/cells12010150">https://doi.org/10.3390/cells12010150</a>;</p> <p><i>Puedes acceder a los artículos a través de los enlaces de los DOI para más detalles"</i></p>

Figura 3: Prompt que indica verificar referencias y la devolución de ChatGPT donde menciona los sitios de búsqueda.

Como se puede observar, el programa realizó una búsqueda en internet (ya que se presenta un vínculo al sitio web) y cambió las referencias que ahora sí, existían, aunque con errores menores, como por ejemplo en los últimos números del DOI o en los números de página del artículo.

Curiosamente, en otros contextos, ChatGPT indica que no tiene la información o que no puede proporcionar una respuesta específica, mostrando una limitación más clara y transparente.

Por ejemplo, hasta hace muy poco, dejaba en claro que no podía acceder a datos en tiempo real ni a información confidencial, respetando así sus limitaciones. Sin embargo, en el caso de las referencias bibliográficas, en vez de admitir que carece de datos fiables, genera citas inventadas. Esto hace evidente una limitación en su construcción y recalca la importancia de validar todas las referencias externamente, especialmente en contextos académicos.

#### Modificaciones del modelo

Es evidente que experiencias como las expuestas han sido escuchadas por los desarrolladores del modelo y, desde el 24 de octubre de 2024 ChatGPT presenta la capacidad de buscar datos en internet (Figura 4). Esta modificación representa un cambio significativo en la fiabilidad de las referencias bibliográficas proporcionadas. Sin embargo, esto no garantiza su veracidad, y en caso de solicitar una referencia bibliográfica a Chat GPT, es fundamental verificar su existencia y pertinencia.

<b>Prompt</b>	<i>“¿Desde cuándo podés buscar en internet?”</i>
<b>ChatGPT</b> 	<i>“Puedo buscar en internet desde el 25 de octubre de 2024. Si tienes más preguntas o necesitas información específica, no dudes en decírmelo.”</i>

Figura 4. Intercambio en que se menciona que ChatGPT es capaz de navegar por internet.

Es interesante destacar que, desde que ChatGPT realiza la búsqueda a través de internet, también revela cuáles han sido los sitios visitados para la consulta los cuales se pueden visitar al desplegar enlaces a Bing.com, mdpi.com o pdfs.semanticscholar.org, entre otros.

#### **PROYECCIÓN, ACTIVIDADES A FUTURO**

La experiencia que hemos compartido durante el curso Metodología de la Investigación nos brindó la oportunidad de replantear la sección práctica del curso, con el objetivo de incorporar propuestas que integren el uso de herramientas de IA. Entre los cambios y actividades que planeamos introducir en el futuro, se encuentran los siguientes:

- *Interpelar a IA como herramienta en la investigación científica*

En esta actividad los estudiantes utilizarán herramientas de IA para obtener el resumen de un artículo científico, siguiendo el modelo de dos párrafos. Deberán elegir un artículo científico de su área de interés, luego ingresar el texto del artículo en una herramienta de IA de su elección (como ChatGPT) y solicitar a la IA que genere un resumen en dos párrafos, siguiendo el formato indicado en clase. Deberán evaluar la calidad y coherencia del resultado obtenido. Una vez que identifiquen errores o ambigüedades en el texto generado por IA, podrán corregirlo mejorando su calidad.

- *Escritura de un resumen de un proyecto de investigación. Escritura híbrida*

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes elaboren un resumen de su propio proyecto de investigación utilizando herramientas de IA. Para ello, deberán definir el tema indicando el contexto, la relevancia, los objetivos e hipótesis, resultados esperados y los métodos. Volcarán esa información a una herramienta de IA generativa (además de los requerimientos dos párrafos y número de palabras), para crear un primer resumen. El mismo será revisado y discutiremos cuán beneficioso nos resulta el método empleado.

- *Búsqueda y evaluación de Referencias Bibliográficas*

El objetivo de esta actividad es capacitar a los estudiantes en la búsqueda y selección de referencias bibliográficas confiables y relevantes para sus proyectos de investigación, comparando la información obtenida de herramientas de IA y bases de datos académicas. Para ello, en base al tema de investigación se elaborará una lista de palabras claves. Luego, la búsqueda se realizará utilizando IA, solicitando recomendaciones de artículos. Por otro lado, se utilizarán bases de datos académicas confiables (PubMed, Google Scholar, etc.). Finalmente, las referencias generadas por la IA serán revisadas y se comparará su precisión, actualidad y relevancia con las fuentes obtenidas en bases de datos académicas. Esta actividad contribuirá a conocer las limitaciones de las herramientas de IA en este contexto.

En conclusión, la incorporación de los cambios mencionados en nuestro curso permitirá acercar a los estudiantes a los programas de IA para promover su uso responsable y entender que no se trata del futuro ni de ciencia ficción, sino de contar con los elementos para trabajar en el presente.

Por otro lado, debido a la evolución de estas tecnologías, será esencial analizar las actividades en cada año del curso y ajustarlas para maximizar su potencial en el desarrollo de habilidades científicas de búsqueda y comunicacionales.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Si bien en ciertos ámbitos la inclusión de estas herramientas se aprecia como una amenaza para el pensamiento crítico, e incluso algunos países e instituciones de enseñanza superior han bloqueado ChatGPT (Sullivan et al., 2023) entendemos que, siendo una parte innegable de nuestra realidad, es conveniente trabajar de forma reflexiva sobre la incorporación de la IA generativa en las prácticas que llevan adelante científicos y estudiantes universitarios para examinar e intentar potenciar su efecto transformador. Como afirmó Sam Altman, director ejecutivo de Open AI y figura central en el desarrollo de ChatGPT, prohibir el uso de la IA no ayuda a preparar a las personas para el futuro. La integración de estas herramientas en la educación en áreas de la salud debe interpretarse como una oportunidad para mejorar la labor científica y para la generación de herramientas de diagnóstico y tratamiento, en lugar de percibirse como un riesgo o un peligro para la actividad racional (Clea Simon, 2024; Cotton et al., 2023).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M., & Finn, E. (1971). *Física. Volumen 1: Mecánica*. Fondo Educativo Interamericano.
- Beer, F., & Johnston, E. (2010). *Mecánica vectorial para ingenieros* (9.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Galili, I., & Tseytlin, M. (2003). Newton's first law: Text, translations, interpretations and physics education. *Science & Education*, 12, 45–73. <https://doi.org/10.1023/A:1022632600805>
- Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. (1994). *Física 1* (3.<sup>a</sup> ed.). CECSA.
- Hoek, D. (2023). Forced changes only: A new take on the law of inertia. *Philosophy of Science*, 90(1), 60–76. <https://doi.org/10.1017/psa.2021.38> (Original disponible en <https://encr.pw/DpLRb>)
- Moore, T. (2005). *Física: Seis ideas fundamentales* (2.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill.
- Newton, I. (2011). *Principios matemáticos de la filosofía natural* (E. Rada, Trad.; 2.<sup>a</sup> ed.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1687).
- OpenAI. (2024). *ChatGPT (v4o)*. OpenAI. <https://chat.openai.com>
- Roederer, J. (2008). *Física elemental*. Eudeba.
- Sears, F., Zemansky, M., & Young, H. (2009). *Física universitaria* (Vol. 1, 12.<sup>a</sup> ed.). Addison-Wesley.
- Sebastiá, J. (2013). *Las leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza*. <https://core.ac.uk/download/pdf/71022947.pdf>
- Serway, R., & Vuille, C. (2012). *Fundamentos de física* (Vol. 1, 9.<sup>a</sup> ed.). Cengage.
- Taylor, J. (2018). *Mecánica clásica* (9.<sup>a</sup> ed.). Reverté.

# **INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA EDUCACIÓN: REPENSANDO EL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE DESDE LA AUTONOMÍA Y LA ACCIÓN**

Leonardo A. Funes – Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

Juan Ferrante – Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

María B. García – Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) se configura como un factor de creciente relevancia en el ámbito educativo, trascendiendo la noción de una simple herramienta para posicionarse como una fuerza que introduce complejas mediaciones y transforma profundamente el ecosistema de enseñanza, aprendizaje y gestión. Su incorporación, por lo tanto, no es una mera adición instrumental, sino una integración que reconfigura las prácticas y relaciones existentes (Verbeek, 2011). Esta realidad plantea desafíos éticos y pedagógicos significativos, como la posible deshumanización del proceso formativo, la acentuación de brechas digitales y el riesgo de mermar la autonomía y creatividad del estudiantado. Por ello, resulta imperioso abordar críticamente las formas en que la IAG media y se integra en los contextos educativos.

A diferencia de la adopción de tecnologías previas, que a menudo podían entenderse bajo un paradigma instrumental como extensiones de capacidades humanas, la integración de la IAG exige un cambio fundamental en la concepción misma de la enseñanza y el aprendizaje. Siguiendo la filosofía de la tecnología, comprendemos que los artefactos tecnológicos no son neutros, sino que median activamente nuestra percepción, acción y relaciones (Ihde, 1990). En este sentido, la IAG no es solo un recurso para automatizar tareas, facilitar el acceso a la información o personalizar trayectorias; actúa como un agente mediador que modifica las interacciones pedagógicas, los roles docentes y discentes, y las dinámicas de poder dentro del sistema.

Esta capacidad intrínseca de mediación conlleva inherentes tensiones éticas y pedagógicas. Lejos de ser neutral, la tecnología –y la IAG en particular– está socialmente situada y su diseño e implementación pueden evidenciar y reforzar estructuras sociales preexistentes, promoviendo potencialmente la disparidad y la exclusión, como advierten análisis críticos del campo de la tecnología educativa (Selwyn, 2016, 2023; Swindell et al., 2024). Abordar la IAG en educación requiere, por tanto, superar la visión instrumental y adoptar una mirada sistémica y crítica que reconozca su rol activo en la transformación mediada de los procesos y fines educativos.

Respecto de los aspectos pedagógicos, uno de los desafíos centrales que plantea el uso de la IAG, reside en la necesidad de que los docentes la incorporen integrándola de manera crítica como un recurso valioso para su desarrollo profesional, entendido éste en los términos de Day (2005), como el proceso por el cual, solo y con otros, el profesorado revisa, renueva y extiende su compromiso como agente de cambio [...] y por el que adquiere y desarrolla críticamente los conocimientos, destrezas e inteligencia emocional esenciales para la reflexión, la planificación y la práctica profesional adecuadas [...] de su vida docente (p. 17).

Si bien en la última década se han llevado a cabo múltiples estudios en torno a los desafíos y oportunidades que ofrece la irrupción de la IAG en la educación (Luckin et al., 2016; Vlasova et al., 2019; Sanabria-Navarro et al. 2023; Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023; Sekwatlakwatla & Malele, 2023; Li, 2024; Arranz Martinez et al., 2024), su integración crítica aún presenta desafíos. Un punto de partida posible para abordar el problema es la comprensión de cómo la IAG está transformando las concepciones y actitudes hacia la enseñanza y el aprendizaje, ya que esta tecnología tiene un impacto significativo en la forma en que los docentes y los estudiantes interaccionan con el conocimiento. Se sabe que tanto las estrategias de enseñanza que proponen los docentes como las de aprendizaje a las que recurren los estudiantes están mediadas por sus concepciones pedagógicas, muchas veces de carácter tácito, pero influyendo de manera directa en las acciones (Castañeda Mosquera & Perafán Echeverri, 2015). En el caso particular del trabajo con la IAG, cabe pensar que las concepciones y actitudes que operan en las personas pueden influir en los modos de interrelación con este agente mediador. Este trabajo parte de la premisa de que es de vital importancia comprenderlas para poder interpretar las prácticas pedagógicas, como así también construir un modelo de enseñanza que sea responsable y ético en pos de diseñar estrategias docentes que promuevan el desarrollo de la autonomía y la creatividad de los estudiantes, preparándolos para los desafíos del futuro en un mundo cada vez más digital.

A partir de lo expuesto, se ha iniciado una línea de investigación en la que se buscará realizar aportes que permitan acompañar al docente en la incorporación crítica y reflexiva de la IAG a su ejercicio profesional. Para poder guiar de manera más ordenada e interrelacionada las investigaciones de los diferentes aspectos que componen el problema, se recurre al modelo analógico para el desarrollo profesional docente diseñado por Martin et al. (2024). La idea central del modelo antes mencionado reside en asumir que este desarrollo se da cuando los saberes de índole académica, idiosincráticos, experienciales y contextuales se amalgaman entre sí en el contexto de la práctica, impulsados por los procesos de autorregulación que cada docente realiza, lo que da lugar a un conocimiento emergente nuevo: el conocimiento profesional docente. El trabajo comienza, entonces, por el estudio de dos de los componentes del conocimiento profesional vinculados con el aspecto idiosincrático: las concepciones y actitudes de los docentes en formación hacia la IAG en una etapa previa a su utilización.

El objetivo principal de este trabajo de investigación se centra así en describir las concepciones y actitudes hacia la incorporación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la educación en estudiantes de los profesorados en Química y en Ciencias Biológicas. Para abordar este problema, se recurrió a la teoría de las concepciones sobre el aprendizaje propuesta por Pozo y Scheuer (1999), y las categorías elaboradas por Arendt (2013) para describir las actividades humanas. Con esta integración se espera construir un marco conceptual que permita analizar la percepción de la IAG en la educación, desde una perspectiva holística y crítica.

## LAS TEORÍAS IMPLÍCITAS Y CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE

Pozo plantea que el aprendizaje está influenciado por las teorías implícitas que las personas tienen sobre el proceso de aprendizaje y la enseñanza. Estas teorías suelen tener cierto carácter inconsciente y se basan en creencias y suposiciones que las personas han construido a lo largo de la experiencia. Describe tres teorías de dominio fundamentales (Pozo & Scheuer, 1999): Directa, Interpretativa y Constructiva. Cada una representa un modo distinto de concebir el proceso de aprendizaje y tiene implicaciones en la práctica docente.

Teoría Directa: el aprendizaje se concibe como la adquisición de información y habilidades específicas del dominio de conocimiento para reproducir el mundo, copiarlo. Por ejemplo: memorizar los nombres de los aminoácidos, seguir un procedimiento para nombrar sustancias químicas, resolver un ejercicio que admite un único procedimiento y única solución. El estudiante recibe información y la procesa de manera mecánica, memorizando y aplicando reglas predefinidas. El profesor actúa como transmisor de información, presentando contenidos y procedimientos de manera clara y organizada.

Para esta concepción de aprendizaje, es importante que se aprovechen estas tecnologías para que los estudiantes aprendan rápido. El objetivo principal es que los estudiantes logren el dominio del tema, y la IAG puede ayudar a eso, por ejemplo, entrenar a los estudiantes en algoritmos de aprendizaje automático para que sean capaces de generar prompts efectivos y en cómo usar las IAG para resolver preguntas, visualizar mejor los problemas y acortar procedimientos en torno a un determinado concepto disciplinar que resulte especialmente significativo (Bonilla et al., 2024).

Teoría Interpretativa: Esta teoría coincide con la anterior en sus supuestos epistemológicos al respetar el principio de correspondencia entre conocimiento y realidad, pero asume que el aprendizaje es un proceso que exige una actividad mental por parte del aprendiz (Pozo et al., 2000). El aprendizaje tiene por meta imitar a la realidad, pero esto casi nunca es posible con exactitud, ya que requiere la puesta en marcha de complejos procesos mediadores por parte del aprendiz (atención, memoria, inteligencia, motivación, etc.); por ejemplo: comprender un texto sobre proteínas, resolver un problema considerando diferentes procedimientos para llegar a una única solución posible. El profesor actúa como

un experto en la tarea al que hay que imitar, cumple la función de entrenador, guía del aprendizaje que marca el camino a seguir.

Desde esta perspectiva la IAG puede ser un complemento a la enseñanza, pero no puede sustituir la experiencia de aprendizaje real, que implica observación y experimentación directas y actividad mental del estudiante. Un ejemplo de esta visión lo refleja una experiencia centrada en la combinación de los roles de tutor y colaborador, réplica digital creada mediante IAG (Ferrareli & Corvalán, 2024), que permitió a los estudiantes de profesorado desarrollar competencias tanto en el ámbito pedagógico como en el tecnológico, enriqueciendo así su formación docente pero sin desconocer el rol del profesor mediador, central al momento de comprender las múltiples tramas entre la integración tecnológica y los principios pedagógicos de la enseñanza diversificada.

**Teoría Constructiva:** desde esta concepción, todo conocimiento es una construcción contextualizada y por lo tanto relativa. El aprendizaje se asume como un proceso de elaboración activa, donde el alumno participa en la construcción de sus propios significados por medio de procesos metacognitivos que le permiten analizar críticamente la información. Por ejemplo: responder a una pregunta abierta en el contexto de un foro, desarrollar un proyecto que implique una actividad socio científica, diseñar un experimento para responder a una pregunta científico-escolar. El alumno interactúa con el ambiente, experimenta, resuelve problemas y reflexiona sobre su propio proceso de aprendizaje. El profesor actúa como facilitador, proporcionando retroalimentaciones, recursos y herramientas para la exploración, investigación y creación.

Para quien entiende el aprendizaje de manera constructiva, la IAG es un agente mediador valioso, pero no puede reemplazar la interacción humana en el aula. Los estudiantes necesitan tener la oportunidad de colaborar, de construir conocimientos juntos y de desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y su creatividad. Un trabajo en esta línea lo constituyeron las experiencias Diálogos Generativos I y II (Andreoli et al., 2024), que ofrecieron diversos espacios para la expresión y la producción con el objetivo de explorar, experimentar y diseñar o rediseñar en interacción con la IAG.

## LAS ACTITUDES DESDE LA PERSPECTIVA DE ARENDT

En su libro “La condición humana”, Arendt (2013) argumenta que la esencia de lo humano radica en sus actividades, no en su naturaleza, donde lo humano reside en un ejercicio cuidadoso y estimulante de clasificación y examen de las propias acciones. Propone tres categorías fundamentales para comprender la actividad humana: “Labor Animal” (*Laborans*), “Trabajo” (*Homo Faber*) y “Acción”.

**Labor Animal (Laborans):** Arendt define la “labor” como las actividades repetitivas y necesarias para la supervivencia humana. Se centra en la producción de bienes y servicios esenciales

para el mantenimiento de la vida, como la alimentación, la vestimenta y el refugio. Desde esta perspectiva, la IAG se puede considerar un facilitador que automatiza y optimiza tareas repetitivas y esenciales para la producción de conocimiento y contenidos. Ejemplos: Generar resúmenes de textos largos. Crear presentaciones o ejercicios de práctica. Proporcionar retroalimentación automática a los estudiantes.

**Homo Faber (Trabajo):** Arendt define el “trabajo” como la creación de objetos duraderos que van más allá de las necesidades inmediatas. Se centra en la transformación de materiales y la creación de herramientas que perduran en el tiempo. Dentro de esta manera de entender la actividad humana, la IAG se puede considerar un intermediario que permite crear “objetos” duraderos de conocimiento en forma digital, como artículos científicos, programas de aprendizaje o bases de datos, textos de alta calidad y bien estructurados, desarrollar plataformas de aprendizaje personalizado o crear instrumentos de evaluación automática.

**Acción:** Arendt define la “acción” como el acto de iniciativa, creatividad y transformación del mundo. Se centra en la capacidad humana para actuar de forma independiente, para generar ideas nuevas y para influir en el entorno. En esta línea de pensamiento, la IAG puede ser un instrumento de mediación que apoya la “acción”, pero no debe ser considerada como una sustituta de la creatividad y el pensamiento crítico humano. Ejemplos: Utilizar la IA como un enlace de exploración para generar ideas nuevas en un proyecto de investigación, integrar la IA en un proceso de colaboración entre estudiantes para construir un conocimiento compartido, fomentar el debate y la reflexión crítica sobre los resultados generados por la IA.

En síntesis, Arendt considera que la “acción” es la actividad más significativa de los humanos porque es a través de la acción que crean un mundo común y se diferencian de los animales. La acción implica el ejercicio de la libertad y la responsabilidad. De esta manera, es fundamental que la IAG se utilice en la educación de forma responsable y ética, evitando la deshumanización del proceso de aprendizaje. Es importante, entonces, que la IAG sea integrada en un modelo educativo que estimule la autonomía y la creatividad de los estudiantes, y que les permita construir conocimiento de forma significativa. Dado que esta autonomía se aprende y, por lo tanto, se enseña (Zimmerman, 2000; Wells, 2001), los futuros docentes deberán estar formados no sólo en cómo guiar a los estudiantes en este proceso sino también, en el caso de la IAG, cómo integrarla de manera crítica que conduzca a una actitud identificada con la acción en términos de Arendt.

## LA IMPORTANCIA DE LA METÁFORA EN EL ÁMBITO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Las metáforas juegan un papel crucial en la producción del conocimiento científico y, por ende, en la educación en ciencias. Permiten tender puentes entre ideas abstractas y experiencias concretas, facilitando la comprensión de conceptos complejos. Por un lado, no son meros recursos lingüísticos, sino que cumplen una función epistémica fundamental, ofreciendo

modelos de comprensión que capturan rasgos esenciales de un fenómeno, abriendo un espectro semántico amplio que va más allá de la explicación prosaica, como es el análisis de Palma (2015), quien denomina epistémicas a las metáforas científicas y las clasifica según su origen y campo de aplicación. Además, a diferencia de una descripción literal, la metáfora permite acceder a una gama de significados interconectados, estableciendo nexos epistemológicos que enriquecen la comprensión de fenómenos complejos (Gonzalez Faraco & Gramigna, 2009). Pac y Corbacho (2016) argumentan que las metáforas no son meros adornos del lenguaje, sino que estructuran nuestra forma de conceptualizar la experiencia. Las metáforas actúan como criterios organizadores de órdenes conceptuales, permitiéndonos razonar sobre experiencias, categorizarlas y comprenderlas.

Específicamente en el ámbito educativo, la metáfora, al trasladar una descripción de un ámbito a otro, fomenta la tensión metacognitiva, impulsando una mirada crítica y reflexiva sobre los procesos de aprendizaje y facilita la integración de saberes provenientes de diversas disciplinas, enriqueciendo la comprensión del mundo (Gonzalez Faraco & Gramigna, 2009). Algunos ejemplos concretos de uso de metáforas en la enseñanza de las ciencias son el modelo del “átomo como sistema solar” para explicar la estructura del átomo, la metáfora del “código genético” para comprender la función del ADN, la analogía del “cuerpo humano como una máquina” para enseñar anatomía y fisiología. Como un ejemplo de ayuda a la comprensión de la complejidad inherente de los fenómenos, las simulaciones CTS (Ciencia-Tecnología-sociedad), al recrear controversias públicas sobre temas tecnocientíficos, actúan como metáforas educativas que permiten a los estudiantes comprender la complejidad de la toma de decisiones en contextos reales (Martín Gordillo, 2003).

Asumiendo este rol de las metáforas en la comprensión humana, en esta investigación se recurre a ellas para interpretar las percepciones de los sujetos en torno a la función de la IAG en la educación.

## MÉTODO

El presente estudio busca describir las concepciones y actitudes de los estudiantes de profesorado hacia el concepto de Inteligencia Artificial Generativa, mediante el análisis e interpretación de las expresiones metafóricas a las que recurren para referirse a ella, antes de trabajar con actividades que la integren.

El abordaje metodológico se concreta desde la fenomenología ya que se estudian las cogniciones y experiencias de una persona o personas sobre un fenómeno (Johnson & Christensen, 2012). Cabe destacar que la fenomenología se centra en fenómenos de los que somos conscientes, pero que carecemos de un conocimiento amplio y no podemos formar una perspectiva clara.

## PARTICIPANTES

La muestra estuvo compuesta por 26 estudiantes de profesorado que se encuentran cursando el 3º año de la carrera: 13 del profesorado en química y 13 del profesorado en biología.

## INSTRUMENTO

Para recopilar los datos de la investigación se utilizó un formulario de percepción metafórica de inteligencia artificial adaptado de Tartuk (2023). Se pidió a los docentes en formación que completaran la frase “La inteligencia artificial es como... porque...”. Los datos obtenidos de este formulario constituyen el principal insumo de esta investigación. Al respecto, se espera que: la expresión “como”, en la forma de percepción metafórica de la inteligencia artificial, establezca una conexión entre la fuente y el sujeto del concepto investigado; y que la expresión “porque”, proporcione una justificación para las metáforas creadas (Saban, 2008).

## ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un análisis de contenido a partir de categorías establecidas a priori: para las concepciones, las descriptas por Pozo en la introducción de este trabajo y para las actitudes, las que proporciona Arendt. Para la categorización, se identificaron regularidades o patrones y divergencias en los registros (metáforas) a través de un proceso interactivo utilizando el método comparativo constante (Kumar, 2019) y contrastando los resultados obtenidos de manera independiente por los tres investigadores. Una vez categorizadas las metáforas se procedió a calcular la distribución de frecuencias relativas de cada categoría construida. Para analizar si existe relación entre las concepciones y las actitudes que tienen los estudiantes se calculó la prueba estadística Chi cuadrado.

## RESULTADOS

### CATEGORIZACIÓN DE LAS METÁFORAS SEGÚN CONCEPCIONES DE APRENDIZAJE

**Concepción Directa:** Las metáforas que se agruparon en esta categoría se centran en la eficiencia y la capacidad de la IAG para procesar información y generar resultados. Se destaca la automatización de tareas y la capacidad de imitar el proceso de aprendizaje humano. No se enfatizan las implicaciones éticas o el desarrollo de la creatividad en el proceso de aprendizaje.

Ejemplos:

*“La inteligencia artificial es cómo una versión ultra eficiente del ser humano porque es capaz de relacionar los conocimientos sin que intervengan las opiniones de las personas.”*

*“La inteligencia artificial es como una biblioteca llena de libros porque contiene gran cantidad de información sobre diversos temas.”*

**Concepción Interpretativa:** Esta respuesta se centra en la IAG como apoyo para el aprendizaje y en el riesgo de que se genere un aprendizaje memorístico.

Ejemplos:

*“La inteligencia artificial es como un pizarrón en blanco, porque depende de cómo sea utilizada, será una herramienta que ayude a razonar o que genere un aprendizaje meramente memorístico.”*

*“Es como una nueva herramienta de gran uso para la vida estudiante, porque brinda ayuda y apoyo para fortalecer aprendizajes”*

Concepción Constructiva: Las metáforas que reflejan una concepción constructiva enfatizan la importancia de la autonomía y la creatividad de los estudiantes, la interacción humana, y la construcción de significado en el proceso de aprendizaje. Se recalca la necesidad de que la IA sea un agente mediador que complementa la educación, pero no que la reemplace.

Ejemplo:

*“La Inteligencia Artificial es como un artista versátil porque puede crear contenido original a partir de patrones y datos, similar a cómo un artista usa sus habilidades y creatividad para producir nuevas obras.”*

La figura 1 muestra la distribución de frecuencias absolutas en cada categoría. Se observa una tendencia hacia la concepción interpretativa, lo que sugiere que será necesario abordar el problema de la integración de la IAG haciendo hincapié en la priorización de la autonomía, la creatividad del estudiante, la interacción humana, y la construcción de significado en el proceso de aprendizaje.

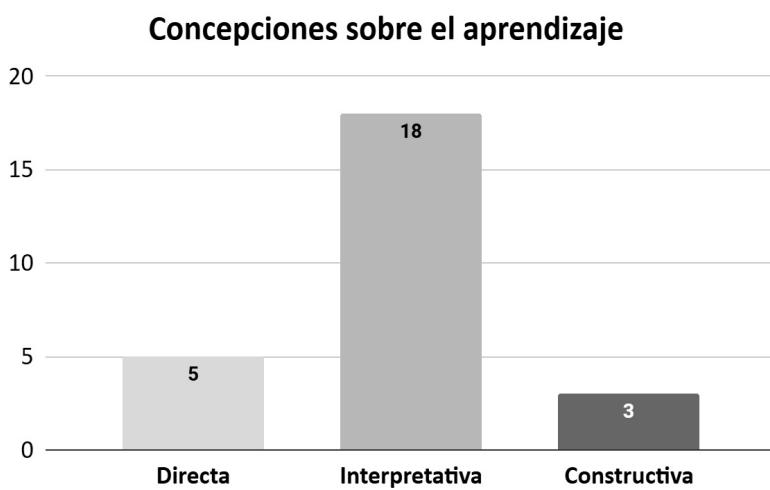


Figura 1. Distribución de frecuencias absolutas de la categoría “Concepciones sobre el aprendizaje”

## ACTITUDES

Labor Animal (Laborans): Las respuestas que se centran en la “Labor Animal” enfatizan la eficiencia y la rapidez en la realización de tareas. Se percibe la IAG como automatizador y optimizador de los procesos, liberando a los docentes y a los estudiantes de las tareas más repetitivas.

Ejemplo:

*“La inteligencia artificial es como un robot que piensa y razona como humano porque es un sistema compuesto por algoritmos que logran llegar a los objetivos esperados en base a la base de datos con la que cuentan.”*

Homo Faber (Trabajo): Las metáforas que se centran en el “Trabajo” enfatizan la capacidad de la IAG para construir y generar “objetos” de conocimiento. Se menciona la capacidad de la IAG para crear contenido original, para automatizar procesos y para generar resultados innovadores.

Ejemplo:

- *“La inteligencia artificial generativa es como un recurso digital porque simplifica la búsqueda de información, actividades, definiciones, etc. combinando algoritmos para dar una respuesta.”*

Acción: Las respuestas que se centran en la “Acción” enfatizan la importancia de la autonomía, la creatividad, la capacidad de influir en el mundo, y el desarrollo de un pensamiento crítico. Se observa una mayor preocupación por la humanización del proceso educativo y por el impacto de la IAG en la construcción de un mundo más justo y equitativo.

Ejemplos:

- *“La inteligencia artificial es como un bastón para una persona sana. Puede darte un empujón, ayudarte si el cuerpo está cansado, pero no va a resolver caminar por vos, ni te va a crear una habilidad nueva como volar. La inteligencia real, radica en saber cómo y cuándo utilizar ese bastón, darle un objetivo, aprender de esa experiencia, crear una idea nueva gracias a ese aprendizaje. La IA, al menos por el momento, no puede hacer eso, solo puede repetir escenarios ya conocidos, y combinarlos infinitamente, pero no genera nada nuevo.”*
- *“La Inteligencia Artificial generativa es como una receta que combina ingredientes comunes para crear un plato nuevo, porque utiliza patrones de datos para generar resultados originales, tal como la química transforma elementos simples en compuestos distintos.”*

La figura 2 muestra la distribución de frecuencias absolutas en cada categoría. Se observa una mayor inclinación hacia Homo Faber (Trabajo), esto podría estar reflejando que los docentes en formación piensan que la IAG está capacitada para reemplazar al aula como espacio de aprendizaje, desconociendo el valor de los intercambios, debates y discusiones en el proceso de aprendizaje.

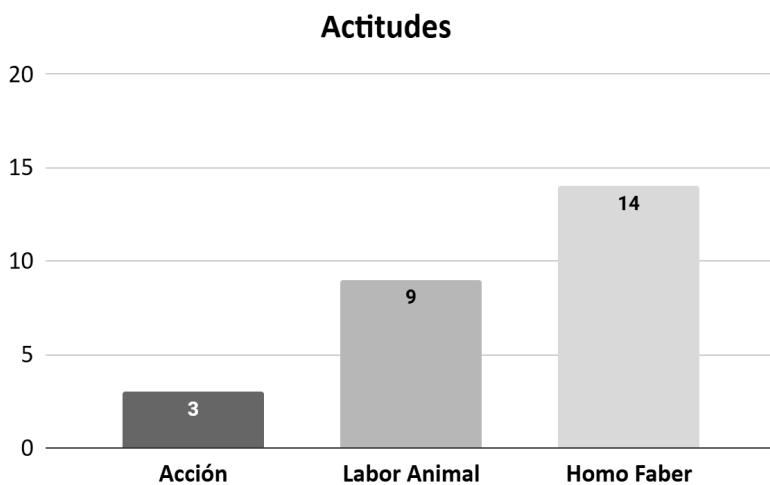


Figura 2. Distribución de frecuencias absolutas de la categoría “Actitudes”

El test Chi cuadrado, arrojó como resultado que ambas variables, concepciones y actitudes, tiene una relación significativa ( $\chi^2 = 30.64$ ,  $df = 9$ ,  $p\text{-value} = 3.763e-05$ ); es decir que, por ejemplo, los docentes en formación que tienen una concepción interpretativa del aprendizaje tienden a identificarse con una actitud propia de la categoría Homo Faber.

## CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo sugieren que la integración de la IAG en la educación es un tema complejo con múltiples implicaciones, tanto para los docentes como para los estudiantes que requiere de un enfoque crítico y reflexivo. El nuevo rol del docente en un contexto donde la IA tiene un papel cada vez más relevante, requiere un cambio de paradigma en la educación que integre la IA para que los estudiantes puedan aprovechar sus posibilidades creativas y analizar sus implicaciones en la sociedad y la cultura. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías no está exenta de desafíos, como la necesidad de garantizar la precisión y confiabilidad de los contenidos generados, así como de asegurar que todos los docentes tengan acceso a los recursos tecnológicos necesarios (Gray, 2023). A través de modelos de DPD que combinan aprendizaje autodirigido y asistencia tecnológica, los educadores pueden mantenerse actualizados en un entorno de constante cambio, preparándose mejor para liderar aulas donde se promuevan la creatividad, la autonomía y el pensamiento crítico (Winick & Popovic, 2023; Bowden & Wilson, 2022).

El análisis a través del modelo analógico de Martin et al., (2024) resalta la importancia de considerar los diferentes aspectos del conocimiento profesional docente en la integración de la IAG. El modelo analógico destaca que, para un desarrollo profesional docente efectivo, los saberes académicos, experienciales, idiosincráticos y contextuales deben integrarse en la práctica. En el caso de la IAG, los docentes deben ser capaces de integrarla de manera crítica y reflexiva, requiriendo para esto concepciones y actitudes que se identifiquen con esta perspectiva.

Destacamos la necesidad de continuar investigando las implicaciones de la IA en la educación y de desarrollar estrategias pedagógicas que promuevan un aprendizaje significativo y ético, teniendo en cuenta la importancia de la “acción” en el sentido de Arendt (2013) como característica esencial de los seres humanos. Para esto, resulta importante que la IAG se integre en un proceso de aprendizaje que estimule el pensamiento crítico, la iniciativa y la reflexión de los estudiantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreoli, S., Aubert, E., Cherbavaz, M. C., & Perillo, L. (2024). Entre humanos y algoritmos: Percepciones docentes sobre la exploración con IAG en la enseñanza del nivel superior. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación*, 37(1), 63–77. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e6>
- Arendt, H. (2013). *The human condition* (2.ª ed.). University of Chicago Press. (Trabajo original publicado en 1958).
- Arranz Martínez, P., Soláns García, M. A., Feltreiro Oreja, R., & Fernández-Martínez, L. M. (2024). *Educomunicación y transformación social*. Dykinson. <http://digital.casalini.it/9788411707664>
- Bonilla, M. A., Márquez, J. E., Benavidez, L. G., & Gutiérrez, F. R. (2024). Inteligencia artificial generativa (IAG) en la educación matemática. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.3672>
- Bowden, S., & Wilson, L. (2022). The role of AI in modern teacher education. *Journal of Educational Innovation*, 15(2), 53–68.
- Castañeda Mosquera, L., & Perafán Echeverri, G. (2015). El conocimiento profesional del profesor: Tendencias investigativas y campo de acción en la formación de profesores. (*Pensamiento, Palabra y Obra*, 14, 8–21. <https://doi.org/10.17227/2011804X.14PPO8.21>)
- Day, C. (2005). *Formar docentes: ¿Cómo, cuándo y en qué condiciones aprende el profesorado?* Narcea.
- Ferrarelli, M., & Corvalán, N. (2024). Gemelos generativos: Aprendizajes y reflexiones desde la voz del estudiantado. *Revista ISALUD*, 19(92).
- Flores-Vivar, J., & García-Péñalvo, F. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la educación de calidad (ODS4). *Comunicar*, 74, 37–47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- González Faraco, J. C., & Gramigna, A. (2009). Narraciones y metáforas en la construcción del

- pensamiento científico y la epistemología educativa. *Teoría de la Educación*, 21(2), 79–94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055092>
- Gray, A. (2023). Using artificial intelligence in teacher professional development. *DEEP Professional*. <https://www.deepprofessional.com/teaching>
- Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Indiana University Press.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2012). *Educational research* (4.ª ed.). Sage.
- Kumar, R. (2019). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage Publications.
- Li, M. (2024). Ethical implications of ChatGPT in higher education: A scoping review. *Journal of Interdisciplinary Studies in Education*, 13(1), 55–69. <https://doi.org/10.32674/jise.v13i1.4481>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. <https://www.pearson.com>
- Martin, S., Martínez, M. Y., Funes, L., Ferrante, J., Di Mauro, F., & García, B. (2024). La metacognición en la construcción de conocimiento profesional docente durante la formación docente inicial: El modelo de “casa del caracol”. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as Ciências*, 13(1), 350–364. <https://doi.org/10.22481/rbba.v13i01.14541>
- Martín Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones: Alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 377–398. [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art10\\_Vol2\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art10_Vol2_N3.pdf)
- Pac, A. B., & Corbacho, V. (2016). Las metáforas en la producción del conocimiento científico: Del peligro de los ídolos a la perspectiva cognitiva en las discusiones epistemológicas. *Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*, 9(18), 103–149.
- Palma, H. (2015). *Ciencia y metáforas: Crítica de una razón incestuosa*. Prometeo.
- Pozo, J. I., & Scheuer, N. (1999). Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo & C. Monereo (Eds.), *El aprendizaje estratégico: Enseñar a aprender desde el currículo* (pp. 87–108). Santillana.
- Saban, A. (2008). Okula ilişkin metaforalar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 55(55), 459–496.
- Sanabria-Navarro, J., Silveira-Pérez, Y., Pérez-Bravo, D., & De-Jesús-Cortina-Núñez, M. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación contemporánea. *Comunicar*, 77, 97–107. <https://doi.org/10.3916/C77-2023-08>
- Sekwatlakwatla, S. P., & Malele, V. (2023). Generative AI and chatbots in higher education: African countries collaborating with developing nations. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 19(3), 39–49.
- Sesgos de la IAG: Reflexiones desde la docencia universitaria. (2024). *Edetania. Estudios y*

- Propuestas Socioeducativos*, (65), 47–64. [https://doi.org/10.46583/edetania\\_2024.65.1135](https://doi.org/10.46583/edetania_2024.65.1135)
- Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Polity Press.
- Selwyn, N. (2023). *Digital technology and the logics of education: Exploring the algorithmic horizons of schools and schooling*. Routledge.
- Swindell, A., Greeley, L., Farag, A., & Verdone, B. (2024). Against artificial education: Towards an ethical framework for generative artificial intelligence (GenAI) use in education. *Online Learning Journal*, 28(2), 7–28. <https://doi.org/10.24059/olj.v28i2.4438>
- Tartuk, M. (2023). Metaphorical perceptions of middle school students regarding the concept of artificial intelligence. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 11(2), 108–116. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.11n.2p.108>
- Verbeek, P. P. (2011). *Moralizing technology: Understanding and designing the morality of things*. University of Chicago Press.
- Vlasova, E. Z., Avksentieva, E. Y., Goncharova, S. V., & Aksyutin, P. A. (2019). Artificial intelligence: The space for the new possibilities to train teachers. *Espacios*, 40(9), 17.
- Wells, G. (2001). La docencia autónoma: Un nuevo paradigma para la formación docente. *Cuadernos de Pedagogía*, (302), 40–45.
- Winick, M., & Popovic, R. (2023). Artificial intelligence in teacher professional development: Possibilities and challenges. *Teacher Training Quarterly*, 18(4), 25–42.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Elsevier.
- Educación y Educación en Tecnología*, (37), 63–77. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e6>
- Arendt, H. (2013). *The human condition* (2.ª ed.). University of Chicago Press. (Trabajo original publicado en 1958).
- Arranz Martínez, P., Soláns García, M. A., Feltreiro Oreja, R., & Fernández-Martínez, L. M. (2024). *Educomunicación y transformación social*. Dykinson. <http://digital.casalini.it/9788411707664>
- Bonilla, M. A., Márquez, J. E., Benavidez, L. G., & Gutiérrez, F. R. (2024). Inteligencia artificial generativa (IAG) en la educación matemática. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.3672>
- Bowden, S., & Wilson, L. (2022). The role of AI in modern teacher education. *Journal of Educational Innovation*, 15(2), 53–68.
- Castañeda Mosquera, L., & Perafán Echeverri, G. (2015). El conocimiento profesional del profesor: Tendencias investigativas y campo de acción en la formación de profesores. (*Pensamiento*, (Palabra) y Obra, 14, 8–21. <https://doi.org/10.17227/2011804X.14PPO8.21>
- Day, C. (2005). *Formar docentes: ¿Cómo, cuándo y en qué condiciones aprende el profesorado?* Narcea.

- Ferrarelli, M., & Corvalán, N. (2024). Gemelos generativos: Aprendizajes y reflexiones desde la voz del estudiantado. *Revista ISALUD*, 19(92).
- Flores-Vivar, J., & García-Peñalvo, F. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la educación de calidad (ODS4). *Comunicar*, 74, 37–47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- González Faraco, J. C., & Gramigna, A. (2009). Narraciones y metáforas en la construcción del pensamiento científico y la epistemología educativa. *Teoría de la Educación*, 21(2), 79–94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055092>
- Gray, A. (2023). Using artificial intelligence in teacher professional development. *DEEP Professional*. <https://www.deepprofessional.com/teaching>
- Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Indiana University Press.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2012). *Educational research* (4.ª ed.). Sage.
- Kumar, R. (2019). *Research methodology: A step-by-step guide for beginners*. Sage Publications.
- Li, M. (2024). Ethical implications of ChatGPT in higher education: A scoping review. *Journal of Interdisciplinary Studies in Education*, 13(1), 55–69. <https://doi.org/10.32674/jise.v13i1.4481>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. <https://www.pearson.com>
- Martin, S., Martínez, M. Y., Funes, L., Ferrante, J., Di Mauro, F., & García, B. (2024). La metacognición en la construcción de conocimiento profesional docente durante la formación docente inicial: El modelo de “casa del caracol”. *Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as Ciências*, 13(1), 350–364. <https://doi.org/10.22481/rbba.v13i01.14541>
- Martín Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones: Alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 377–398. [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art10\\_Vol2\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero3/Art10_Vol2_N3.pdf)
- Pac, A. B., & Corbacho, V. (2016). Las metáforas en la producción del conocimiento científico: Del peligro de los ídolos a la perspectiva cognitiva en las discusiones epistemológicas. *Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*, 9(18), 103–149.
- Palma, H. (2015). *Ciencia y metáforas: Crítica de una razón incestuosa*. Prometeo.
- Pozo, J. I., & Scheuer, N. (1999). Las concepciones sobre el aprendizaje como teorías implícitas. En J. I. Pozo & C. Monereo (Eds.), *El aprendizaje estratégico: Enseñar a aprender desde el currículo* (pp. 87–108). Santillana.
- Saban, A. (2008). Okula ilişkin metaforalar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 55(55), 459–496.
- Sanabria-Navarro, J., Silveira-Pérez, Y., Pérez-Bravo, D., & De-Jesús-Cortina-Núñez, M. (2023).

- Incidencias de la inteligencia artificial en la educación contemporánea. *Comunicar*, 77, 97–107. <https://doi.org/10.3916/C77-2023-08>
- Sekwatlakwatla, S. P., & Malele, V. (2023). Generative AI and chatbots in higher education: African countries collaborating with developing nations. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 19(3), 39–49.
- Sesgos de la IAG: Reflexiones desde la docencia universitaria. (2024). *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativos*, (65), 47–64. [https://doi.org/10.46583/edetania\\_2024.65.1135](https://doi.org/10.46583/edetania_2024.65.1135)
- Selwyn, N. (2016). *Is technology good for education?* Polity Press.
- Selwyn, N. (2023). *Digital technology and the logics of education: Exploring the algorithmic horizons of schools and schooling*. Routledge.
- Swindell, A., Greeley, L., Farag, A., & Verdone, B. (2024). Against artificial education: Towards an ethical framework for generative artificial intelligence (GenAI) use in education. *Online Learning Journal*, 28(2), 7–28. <https://doi.org/10.24059/olj.v28i2.4438>
- Tartuk, M. (2023). Metaphorical perceptions of middle school students regarding the concept of artificial intelligence. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 11(2), 108–116. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.11n.2p.108>
- Verbeek, P. P. (2011). *Moralizing technology: Understanding and designing the morality of things*. University of Chicago Press.
- Vlasova, E. Z., Avksentieva, E. Y., Goncharova, S. V., & Aksyutin, P. A. (2019). Artificial intelligence: The space for the new possibilities to train teachers. *Espacios*, 40(9), 17.
- Wells, G. (2001). La docencia autónoma: Un nuevo paradigma para la formación docente. *Cuadernos de Pedagogía*, (302), 40–45.
- Winick, M., & Popovic, R. (2023). Artificial intelligence in teacher professional development: Possibilities and challenges. *Teacher Training Quarterly*, 18(4), 25–42.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). Elsevier.

# **DESARROLLO PROFESIONAL DEL TUTOR PARA UN FUTURO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA**

Leandro Guerschberg – Universidad Nacional de José C. Paz, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

Las implicaciones de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) para su uso educativo están empezando a ser identificadas. Se suscitan inquietudes sobre los riesgos de su uso inadecuado o excesivo, particularmente en la realización de trabajos de investigación asistidos por esta tecnología; la principal preocupación radica en la necesidad de replantear estrategias didácticas y mecanismos de evaluación para minimizar tales riesgos (Aparicio, 2024).

Esta tecnología hizo su aparición en el escenario global en 2022 con el lanzamiento de ChatGPT. Desarrollada por OpenAI, brinda soluciones accesibles y gratuitas como la generación de contenidos al alcance de los usuarios (Holmes & Miao, 2021). “El éxito de esta herramienta ha impulsado el interés en otras aplicaciones de la IAG, algunas de las cuales ya estaban en desarrollo, favoreciendo así la creación de nuevas tecnologías en este contexto” (Perezchica-Vega, 2024, p.16).

ChatGPT es un ejemplo particular de una aplicación de IAG, enfocada en la generación de texto coherente en respuesta a entradas del internauta; su principal función es procesar lenguaje natural y respuestas en un entorno conversacional (Morales, 2023). Es catalogada como una subcategoría de la inteligencia artificial que se enfoca en crear contenido original a partir de datos existentes y en respuesta a comandos específicos (Lee, 2020).

Sin embargo, IAG es un término que abarca cualquier sistema de inteligencia artificial capaz de crear contenido nuevo. De esta manera, existen herramientas como DALL-E que generan imágenes o como Codex que crean código.

Recientes investigaciones sostienen que la inteligencia artificial, en cualquiera de sus versiones, puede estimular el aprendizaje en adaptación a las necesidades individuales de los interesados, aunque hay que tener en cuenta que los modelos de aprendizaje generativo profundo (DGMs) pueden generar nuevos contenidos al identificar patrones complejos en grandes volúmenes de datos, mediante esquemas de aprendizaje semisupervisado que procesan tanto datos etiquetados como no etiquetados (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

En contraste, García et al. (2024) señalan que no se ha logrado prohibir el acceso a ninguna tecnología relevante en la historia reciente. El uso de tecnologías consideradas inteligentes ha crecido; aunque esta aplicación ha transformado procesos educativos, su funcionamiento

basado en modelos probabilísticos presenta limitaciones; la falta de capacidad de razonamiento en estos sistemas los hace propensos a errores que requieren revisión antes de integrarlas en entornos de enseñanza.

Complementando esta perspectiva, Gutiérrez (2023) coincide que este fenómeno conlleva a la posibilidad de acceder a información no verificada, la generación de contenido de calidad desigual y la ausencia de políticas éticas y sociales que regulen su utilización. A medida que estas tecnologías evolucionan, resulta pertinente comprender su funcionamiento y limitaciones para optimizar sus beneficios, tanto para los usuarios como para las instituciones y la sociedad en su conjunto, minimizando así las posibles repercusiones adversas.

Aunado a lo anterior, investigaciones revelan que la inteligencia artificial se considera un medio para avanzar hacia el logro del ODS 4<sup>1</sup>. Las políticas y estrategias para su uso en educación son indispensables; también se enfatiza la relevancia de garantizar la inclusión y la equidad, así como el papel de la educación en preparar a las personas para vivir y trabajar con la inteligencia artificial (Holmes, 2021).

Inversamente, existe una brecha de investigación sobre el tema en países como Argentina, particularmente en el ámbito educativo. La implementación de estas tecnologías genera cuestionamientos sobre sus beneficios; algunos estudiosos la consideran una tecnología que puede poner en riesgo a la humanidad y provocar un colapso de la civilización; tiene también un enorme margen para ser utilizada de manera positiva con posibilidades de lograr un notable beneficio para la sociedad.

En relación con estas implicaciones, una de las formas para responder correctamente a esta tecnología es el desarrollo de iniciativas como la Inteligencia Artificial por el Bien Social, las cuales buscan canalizar el potencial de la IA generativa para beneficiar a la ciudadanía; resaltan la necesidad de un marco ético que asegure su uso para cerrar brechas sociales y económicas, en lugar de agravarlas, garantizando que su implementación se gestione de manera responsable (Gómez, 2023).

En este estudio se plantea la hipótesis de que las percepciones de los docentes tutores universitarios sobre la IAG están influenciadas por un desajuste entre sus expectativas pedagógicas y la falta de estrategias institucionales, generando resistencia a su adopción en las tutorías.

La relevancia de estudiar el desarrollo profesional docente para el uso de la IAG radica en la necesidad de que los educadores de nivel superior ajusten sus métodos a las nuevas demandas tecnológicas. La IAG, al ser útil en tareas como el análisis de datos o la creación de recursos visuales, proyecta su viabilidad en el aula. Sin embargo, resulta oportuno comprender cómo ellos perciben su uso, especialmente en áreas menos críticas como las presentaciones, que no afectan

---

<sup>1</sup> ODS4: Busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

directamente la evaluación de conocimientos. Lo antes descrito contrasta con la preocupación de que la IAG puede comprometer la autenticidad académica en contextos más evaluativos.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar las percepciones de los docentes universitarios respecto a la incorporación de la IAG, enfocándose en su utilización como herramienta de tutoría, con el fin de identificar oportunidades que los educadores asocian con la IAG, a través de una revisión documental del mencionado contexto.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

La respuesta de la comunidad académica a este fenómeno ha sido variada. Abarca desde incredulidad y temor hasta una sensación de rechazo. Algunos consideran este desarrollo como uno de los cambios más disruptivos del siglo. Se argumenta que la realidad social moderna es compleja, construida a partir de diversas fuentes, muchas de ellas poco confiables, lo que dificulta la obtención de una visión objetiva de los efectos de este cambio (Sánchez & Carbajal, 2023).

Por otro lado, estos modelos aprenden a través de estructuras de los datos con los que son entrenados, por lo tanto la generación de nuevo contenido imita estos patrones.

La IAG puede ser unimodal, cuando se basa en un solo tipo de entrada, por ejemplo solo texto, o multimodal, cuando puede procesar múltiples tipos de entradas simultáneamente, como texto e imágenes. Los avances en esta área incluyen los denominados modelos de lenguaje masivo (LLM, por sus siglas en inglés: Large Language Models), que emplean redes neuronales para aprender y reproducir la estructura del lenguaje humano, la cual ha dado origen a diversas versiones de modelos GPT (Sok, 2024). Estos modelos se caracterizan por ser: a) Generativos, predicen la siguiente palabra y b) Pre-entrenados, con grandes volúmenes de datos y basados en transformadores, es decir, una arquitectura neuronal de codificación y decodificación.

Vinculado a lo anterior, López (2023) aporta que “la noción de originalidad tiene un componente subjetivo que se requiere del creador, a la par de un componente objetivo que se deriva de su observación y comparación con otras obras ya creadas” (p. 67). Mientras que Muñoz (2022) aborda el punto de vista legal en respuesta a la interrogante de si es posible proteger con el derecho de autor una obra generada totalmente por una aplicación de IA, alude que “se ha intentado responder haciendo un estudio sobre la importancia de la autoría humana en el contexto de los derechos de autor, concluyendo que están exentas de ese amparo legal (Gutiérrez, 2023, p. 80).

Otro aspecto para considerar es la responsabilidad de los usuarios en la difusión de información confiable obtenida a través de IAG, ante el riesgo de que se propague desinformación o sesgos informativos. En relación con este punto, Bender (2021) señala que una tecnología como ChatGPT no comprende realmente lo que produce; más bien, se limita a predecir la palabra más probable que debe seguir en el texto que genera.

Por otro lado, se admite que las tutorías son un componente requerido para el acompañamiento

académico. A través de sesiones personalizadas, tanto presenciales como no presenciales, el tutor orienta a lo largo de la trayectoria escolar, ayuda en la toma de decisiones sobre su formación; este proceso busca una interacción que impulse el crecimiento del tutorado.

Los agentes virtuales equipados con IAG complementan la labor de los tutores humanos, otorga respuestas inmediatas a consultas y facilita el seguimiento. Aunque la IAG puede automatizar ciertos aspectos del proceso, como el análisis de trayectorias académicas o la resolución de consultas frecuentes, su función debe concebirse como un medio de apoyo (Galindol, 2022).

## **RETOS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR ANTE EL ADVENIMIENTO DE LA IAG.**

En este apartado, se relevan tres de los principales retos que presenta las Inteligencias Artificiales Generativas IAG, que a juicio de Gamboa & Presa (2023) son los que requieren de atención prioritaria, a saber:

### **SATURACIÓN INFORMATIVA**

En un entorno de interconexión, los docentes y, en particular los tutores, se enfrentan a una sobrecarga de información, y las herramientas de inteligencia artificial (IA) pueden filtrar datos, prevaleciendo los contenidos en tendencia, en este contexto, la curaduría de información cobra relevancia (Mosco, 2016); esta selección de información implica recopilar, también evaluar calidad, relevancia y actualidad, considerando fuentes confiables (Sánchez, 2023).

La rápida creación y distribución de datos sin mecanismos de validación adecuados propaga desinformación o fake news. Esta situación se ve agravada por la falta de formación en el uso de la tecnología lo que conlleva a una dependencia excesiva de los algoritmos que no siempre distinguen entre información verificada y datos erróneos o sesgados.

En un contexto organizacional y/o universitario, si los públicos perciben que las decisiones y comunicaciones están basadas únicamente en sistemas algorítmicos sin intervención humana, hay pérdida de confianza. Las respuestas automatizadas podrían no satisfacer las expectativas de autenticidad y cercanía, afectando la reputación y la relación con los usuarios (Gamboa, 2023).

### **DEFICIENCIA EN LA CALIDAD Y RIGOR EN LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS DE LA IA**

La precisión de los datos, al no estar asegurada, plantea interrogantes sobre su fiabilidad. En este contexto, la colaboración entre educadores y desarrolladores de IA es necesaria para crear materiales didácticos que estén alineados con las metas de la educación superior y de cada disciplina profesional.

Un ejemplo ilustrativo es el uso de CS50.ai (Liu, 2024) una herramienta de tipo bot, basada en IA, desarrollada e integrada en el Curso Introductorio de Ciencias de la Computación CS50 del

Harvard College (Malan, 2017), implementada para apoyar la enseñanza de dicho cursos y reducir la carga de trabajo de los docentes tutores. Lejos de reemplazar a los profesores, esta tecnología libera tiempo para tareas más estratégicas mientras apunta a satisfacer la urgencia de tutoría por parte de los estudiantes.

No obstante, su incapacidad para generar contenidos con verdadera intención y conciencia limita su rigor, especialmente en contextos que requieren una reflexión. Al respecto, se menciona el siguiente aporte: Todavía existe un abismo entre la inteligencia biológica consciente y la inteligencia artificial en términos de rendimiento y eficiencia objetivamente inteligentes. La conciencia y la intencionalidad se expresan –en diferentes grados y niveles– en las innumerables formas de vida que existen. Todas las formas de vida existentes tienen en común la dinámica de la autopoiesis. Las computadoras, los androides y los robots equipados con IA son sistemas alopoyéticos, por lo tanto – ipso facto – no son conscientes. De manera concluyente siempre es bueno recordar que la única forma de conciencia intencional conocida hasta ahora es la biológica (Quaresma, 2021, p.76).

### **ALTERACIÓN EN LA DINÁMICA TRADICIONAL: TUTOR - ALUMNO**

Las aplicaciones de IA no pueden ser vistas como asistentes, sino como tutores interactivos que en lugar de sustituir la interacción humana, asumen roles complementarios, facilitan la toma de decisiones y mejoran el marco conceptual en entornos de tutoría inteligente. Así, la experiencia educativa se convierte en un proceso dinámico y personalizado.

Asimismo, los sistemas de tutoría inteligentes tienen la capacidad de desarrollar perfiles digitales para cada estudiante, lo que resulta funcional para los educadores, quienes pueden acceder a portafolios donde visualizan materias y competencias adquiridas. De este modo se sustenta que la relación entre docentes tutores y alumnos se transforma, pero de manera gradual y estratégica, sin menospreciar la relevancia de la interacción humana en el proceso educativo.

Bajo la teoría de Sánchez (2023), no puede concebirse la IA como una amenaza, por el contrario, fortalece procesos de investigación, enseñanza y aprendizaje. Se convierte en una aliada para mejorar la interacción educativa al facilitar enfoques y recursos, sin reemplazar la importancia del vínculo humano que es esencial en la formación académica.

### **CONTEXTO DE LA IAG EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

Algunas universidades todavía no han definido una postura respecto a la IA. Mientras algunas optan por prohibir su uso de cualquier forma, otras exploran cómo pueden aprovecharlas (Gallent-Torres, 2023). Este fenómeno se ha manifestado en un contexto en el que las universidades se encontraban en proceso de recuperación de las actividades académicas presenciales, justo cuando la tecnología surgía como una innovación que promete cambiar

entornos educativos.

Ante este escenario, diversos organismos internacionales comenzaron a abogar por una regulación de su uso en la educación superior. En 2019, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) estableció directrices políticas sobre la inteligencia artificial que, aunque no son legalmente vinculantes, influyeron en la formulación de futuras normas internacionales. Asimismo, la UNESCO redactó el Consenso de Beijing, que incluye 44 recomendaciones diseñadas para abordar las oportunidades y retos que la IAG presenta en el ámbito educativo; abarcan desde su integración en las políticas educativas hasta el desarrollo de competencias.

Diversos estudios han intentado identificar la introducción de la IAG en el contexto educativo. Un metaanálisis realizado por Bond et al., (2024) destacó doce beneficios principales, con el aprendizaje personalizado como el más notable. Otros beneficios incluyen una mejor comprensión de los estudiantes, un impacto positivo en los resultados académicos, una reducción del tiempo dedicado a la planificación y administración por parte de los docentes tutores, mayor equidad en la educación, y una evaluación y retroalimentación más precisas.

Chan (2023) llevó a cabo una investigación en universidades de la India, enfocándose en las percepciones de estudiantes y docentes sobre las implicaciones de la IAG. Los resultados indicaron preocupaciones sobre el uso indebido de la IAG en las tareas académicas y subrayaron la necesidad de implementar políticas institucionales que consideren aspectos como la privacidad, transparencia, acceso y seguridad (Perezchica-Vega, 2024, p.19).

## METODOLOGÍA

La estrategia metodológica adoptada es de enfoque cualitativo, orientada a comprender, construir e interpretar una realidad particular en torno a las percepciones docentes sobre la IAG en el ámbito universitario. En este marco, se realizó una revisión documental como técnica principal de recolección de información, permitiendo el análisis sistemático de fuentes bibliográficas relevantes para construir un respaldo teórico sólido a la investigación (Hernández Sampieri, 2018).

El estudio posee un alcance descriptivo, cuyo objetivo es caracterizar un fenómeno tal como se presenta en un momento y contexto determinados. En este caso, se busca describir la integración de la IAG en instituciones universitarias, sus efectos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su incidencia en las políticas educativas vigentes.

El método aplicado fue el análisis de contenido, centrado en la identificación, categorización e interpretación de documentos científicos. Para la selección del corpus se establecieron los siguientes criterios de inclusión: artículos publicados entre 2022 y 2024, en revistas académicas indexadas y revisadas por pares; que abordaran específicamente la percepción,

uso, impacto o integración de la IAG en la educación superior; escritos en español o inglés. La búsqueda se realizó de manera exhaustiva en las bases de datos académicas y bibliotecas universitarias, incluyendo Scopus, Google Scholar, ScienceDirect y PubMed, utilizando combinaciones de palabras clave como: “Inteligencia Artificial Generativa”, “ChatGPT”, “educación superior”, “tutoría universitaria”, “percepción docente”, “IA en la enseñanza”, “AI in higher education”, entre otras. Se emplearon operadores booleanos (“AND”, “OR”) para refinar los resultados y se priorizaron artículos que ofrecieran evidencia empírica.

El corpus final estuvo compuesto por cinco estudios de caso seleccionados por su relevancia temática y diversidad geográfica, con el propósito de contrastar diferentes contextos institucionales. Uno de los ejes principales del análisis se centró en discernir las contradicciones, tensiones y oportunidades en el uso de la IAG en la docencia universitaria.

El razonamiento adoptado fue de tipo lógico-deductivo, partiendo de principios generales sobre el uso ético y responsable de la IAG para arribar a conclusiones específicas en torno a su aplicación en el campo educativo. Como instrumento de recolección de datos, se diseñó una ficha de revisión documental que incluyó: datos de identificación del artículo, objetivos, metodología empleada, hallazgos principales y una valoración de su coherencia con los objetivos de la investigación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos de Identificación			
Revista: Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática			
Volumen y Edición:	19(69)	Año: 2023	País: Argentina
Resumen Contenido			
Autores	Sureda, P., Corica, A. R., & Parra, V.		
Título	Inteligencia Artificial Generativa en la formación de Profesores de Matemática en servicio		
Objetivo	Analizar una serie de tareas realizadas por profesores de matemática en formación continua, centradas en el uso de ChatGPT para resolver un problema matemático, conocido como el problema de la herencia.		
Metodología	Análisis centrado en la génesis documental, abordada a través de los conceptos de instrumentalización e instrumentación. La instrumentalización se refiere al proceso mediante el cual los profesores utilizan el ChatGPT para realizar la actividad en el contexto del problema matemático propuesto. La instrumentación, referida a cómo la herramienta tecnológica es asimilada y transformada por los profesores en su práctica.		

Conclusiones	El estudio concluye que existen tres tipos de teoremas en acto entre los profesores en cuanto al uso de herramientas tecnológicas: algunos niegan su uso y no las integran en su práctica docente, otros las subestiman y las emplean de manera limitada, y un tercer grupo las adopta de manera progresiva, evolucionando hacia enfoques más innovadores. De esta forma, con el mismo recurso, los profesores generan documentos completamente diferentes.		
	SI	NO	PARCIAL
Su implementación mejora los resultados de aprendizaje			X
Altera la dinámica tradicional entre el docente tutor y el alumno	X		
Reemplaza la interacción humana en la enseñanza	X		
Se plantean preocupaciones éticas sobre su uso en la enseñanza	X		
El docente tutor considera que es útil para la enseñanza	X		
Existen resistencias entre los docentes tutores en cuanto a su uso	X		
Se proponen mejoras en la integración de IAG en los programas académicos	X		

Tabla 1: Ficha de recolección y análisis de información Caso 1

Algunos rechazan su integración, mientras que otros la subestiman o la utilizan de manera limitada, se distingue resistencia al cambio arraigada en la tradición pedagógica. Este comportamiento privilegia la capacidad de la IA para generar diferentes resultados en la enseñanza matemática. Surgen preocupaciones éticas sobre el uso de la IA, lo que pone de manifiesto la importancia de equilibrar la tecnología con la interacción humana en el proceso educativo.

Datos de Identificación			
Revista: TIES, Revista De Tecnología E Innovación En Educación Superior			
Volumen y edición:	37 (6)	Año: 2024	País: México
Resumen Contenido			
Autores	Aubert, E. G.		
Título	Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa		
Objetivo	Investigar las experiencias de los profesores universitarios en su interacción con la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el marco de propuestas formativas.		

Metodología	Metodología cualitativa interpretativa con cinco categorías: 1) Exploración del vínculo conversacional entre docentes y entidades tecnológicas; 2) Aproximación progresiva y crítica de las iteraciones; 3) Interpelación sobre la pertinencia; 4) La experimentación de dinámicas sinérgicas para el diseño de la enseñanza; y 5) La búsqueda de experiencias de aprendizaje singulares.		
Conclusiones	Aunque se reconoce el potencial de las tecnologías como la IAG para facilitar tareas académicas, se cuestiona su capacidad para reflejar el rigor del conocimiento experto, lo que plantea desafíos éticos y de integridad académica. La utilización de IAG fomentó una reflexión crítica entre los docentes, desafiando conceptos preexistentes sobre la enseñanza.		
Análisis y observaciones de la IAG	SI	NO	PARCIAL
Su implementación mejora los resultados de aprendizaje		X	
Altera la dinámica tradicional entre el docente tutor y el alumno	X		
Reemplaza la interacción humana en la enseñanza		X	
Se plantean preocupaciones éticas sobre su uso en la enseñanza	X		
El docente tutor considera que es útil para la enseñanza	X		
Existen resistencias entre los docentes tutores en cuanto a su uso	X		
Se proponen mejoras en la integración de IAG en los programas académicos	X		

Tabla 2: Ficha de recolección y análisis de información Caso 2

Se plantean dudas sobre su capacidad para replicar el rigor del conocimiento experto y abre un debate ético sobre su uso en el ámbito educativo. Este contexto expone a los docentes a reconsiderar el enfoque pedagógico; a pesar de su utilidad, existe resistencia en su implementación, limita su integración en los programas académicos.

Datos de Identificación			
Revista: Frontiers in Education			
Volumen y edición:	10	Año: 2025	País: Argentina
Resumen Contenido			
Autores	Lizano-Sánchez, F., Idoyaga, I., Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., & Arguedas-Matarrita, C		
Título	Teachers' perspective on the use of artificial intelligence on remote experimentation		

Objetivo	Comprender la perspectiva de los docentes de química del Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires sobre el uso de un asistente virtual basado en inteligencia artificial integrado en un laboratorio remoto de titulación ácido-base.		
Metodología	Se llevó a cabo un grupo focal con cinco docentes seleccionados aleatoriamente, representando diferentes franjas horarias y niveles de experiencia. La sesión, de 90 minutos, se dividió en dos fases: una exploró las percepciones iniciales sobre la IA en educación y la otra evaluó las impresiones tras interactuar con el laboratorio remoto asistido por IA.		
Conclusiones	Los docentes reconocieron el potencial de la combinación de laboratorios remotos e inteligencia artificial para mejorar la enseñanza de la química. Destacaron la facilidad de uso del asistente virtual y su capacidad para proporcionar asistencia personalizada en tiempo real. Sin embargo, señalaron la necesidad de formación docente previa y discutieron sobre los desafíos éticos y pedagógicos asociados a la integración de la IA en la educación.		
Análisis y observaciones de la IAG	SI	NO	PARCIAL
Su implementación mejora los resultados de aprendizaje	X		
Altera la dinámica tradicional entre el docente tutor y el alumno			X
Reemplaza la interacción humana en la enseñanza		X	
Se plantean preocupaciones éticas sobre su uso en la enseñanza	X		
El docente tutor considera que es útil para la enseñanza	X		
Existen resistencias entre los docentes tutores en cuanto a su uso			X
Se proponen mejoras en la integración de IAG en los programas académicos	X		

Tabla 3: Ficha de recolección y análisis de información Caso 3

El estudio refleja una percepción mayoritariamente positiva por parte de los docentes hacia la integración de la inteligencia artificial en laboratorios remotos, reconociendo su potencial para enriquecer la experiencia educativa y ofrecer apoyo personalizado a los estudiantes. No obstante, emergen inquietudes éticas y pedagógicas, especialmente en relación con la necesidad de formación docente adecuada y la redefinición de las interacciones tradicionales entre docentes y alumnos. Se enfatiza la importancia de equilibrar el uso de herramientas tecnológicas con la interacción humana, garantizando que la implementación de la IA complemente, y no reemplace, el papel fundamental del docente en el proceso educativo.

Datos de Identificación			
Revista: Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)			
Volumen y edición:	5(2)	Año: 2024	País: Mexico
Resumen Contenido			
Autores	Ramírez Martinell, A., & Casillas Alvarado, M. A		
Título	Percepciones docentes sobre la Inteligencia Artificial Generativa: El caso mexicano		
Objetivo	Explorar las percepciones y experiencias de docentes mexicanos respecto al uso de la IAG en el ámbito educativo.		
Metodología	Se aplicó una encuesta en línea a más de 3,500 docentes de educación superior en México, enfocándose en sus conocimientos, opiniones y consideraciones sobre el uso de la IAG en la enseñanza.		
Conclusiones	Los resultados indican que, aunque existe un interés creciente en la integración de la IAG en la educación, persisten preocupaciones relacionadas con la ética, la privacidad y la necesidad de formación adecuada para su implementación efectiva.		
Análisis y observaciones de la IAG	SI	NO	PARCIAL
Su implementación mejora los resultados de aprendizaje			X
Altera la dinámica tradicional entre el docente tutor y el alumno	X		
Reemplaza la interacción humana en la enseñanza			X
Se plantean preocupaciones éticas sobre su uso en la enseñanza	X		
El docente tutor considera que es útil para la enseñanza			X
Existen resistencias entre los docentes tutores en cuanto a su uso	X		
Se proponen mejoras en la integración de IAG en los programas académicos	X		

Tabla 4: Ficha de recolección y análisis de información Caso 4

El estudio revela que, aunque los docentes reconocen el potencial de la IAG para transformar la educación superior, existen inquietudes significativas en torno a aspectos éticos y de privacidad. Además, se identifica una necesidad imperiosa de formación docente para garantizar una implementación adecuada y efectiva de estas tecnologías en el aula. La resistencia al cambio y la preocupación por la posible deshumanización de la enseñanza son factores que deben abordarse para facilitar una integración exitosa de la IAG en el ámbito educativo.

Datos de Identificación			
Revista: Revista de Docencia Universitaria (REDU)			
Volumen y edición:	22(2)	Año: 2024	País: España
Resumen Contenido			
Autores	Carranza Alcántar, M. del R., Macías González, G. G., Gómez Rodríguez, H., & Jiménez Padilla, A. A.		
Título	Percepciones docentes sobre la integración de aplicaciones de IA generativa en el proceso de enseñanza universitario		
Objetivo	Explorar las percepciones de docentes universitarios respecto al uso de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior.		
Metodología	Estudio cuantitativo, descriptivo y transversal. Se utilizó un cuestionario estructurado en línea, aplicado a una muestra de 105 docentes de universidades españolas. El análisis se enfocó en el nivel de conocimiento, el uso pedagógico, las preocupaciones éticas y la disposición hacia la formación.		
Conclusiones	Aunque la mayoría de los docentes encuestados ha escuchado hablar de la IAG (especialmente ChatGPT), su uso real con fines pedagógicos es bajo. Se identifican preocupaciones éticas, particularmente en torno al plagio, la autoría y la fiabilidad del contenido.		
Análisis y observaciones de la IAG		SI	NO
Su implementación mejora los resultados de aprendizaje			X
Altera la dinámica tradicional entre el docente tutor y el alumno		X	
Reemplaza la interacción humana en la enseñanza			X
Se plantean preocupaciones éticas sobre su uso en la enseñanza		X	
El docente tutor considera que es útil para la enseñanza			X
Existen resistencias entre los docentes tutores en cuanto a su uso		X	
Se proponen mejoras en la integración de IAG en los programas académicos		X	

Tabla 5: Ficha de recolección y análisis de información Caso 5

El estudio revela una actitud cautelosa pero receptiva por parte de los docentes universitarios hacia la incorporación de la IAG. Si bien reconocen el valor potencial de estas tecnologías, prevalece una visión crítica en torno a sus implicaciones éticas y pedagógicas. La falta de formación específica y de directrices institucionales claras refuerza las resistencias, aunque también abre la puerta a futuras políticas educativas centradas en la capacitación

docente y el uso responsable de estas herramientas. La IAG es percibida como un recurso complementario, cuyo impacto dependerá en gran medida del contexto de implementación y del acompañamiento institucional.

## DISCUSIÓN

La incorporación de la IAG en el ámbito de las tutorías universitarias plantea una serie de desafíos y oportunidades que requieren ser analizados desde una perspectiva crítica, informada y multidimensional. Si bien su potencial transformador ha sido ampliamente reconocido, persisten tensiones en torno a su implementación efectiva, la resignificación del rol docente y las implicancias éticas asociadas a su uso en entornos educativos (Gamboa, 2023; Holmes, 2021).

Los resultados derivados del análisis documental de cinco estudios recientes evidencian una notable diversidad de posturas por parte del cuerpo docente universitario. En primer lugar, el trabajo desarrollado en el contexto argentino con docentes de matemática en formación continua (Sureda et al., 2023) permite identificar tres perfiles actitudinales frente a la IAG: la negación, la subestimación y la adopción progresiva. Esta heterogeneidad evidencia la existencia de barreras subjetivas y culturales arraigadas en las tradiciones pedagógicas, que condicionan la apropiación crítica de la tecnología.

En la misma línea, el estudio realizado en México por Aubert (2024) pone de manifiesto que, si bien los docentes reconocen el valor instrumental de estas herramientas para facilitar determinadas tareas académicas, existen reservas fundadas respecto de su capacidad para replicar el rigor epistemológico que caracteriza a la enseñanza universitaria. Esta distancia entre utilidad operativa y validez epistemológica refuerza la necesidad de marcos pedagógicos claros que orienten su uso desde criterios de calidad académica.

El caso desarrollado en la Universidad de Buenos Aires (Lizano-Sánchez et al., 2025) aporta una perspectiva valiosa al indagar en la integración de asistentes virtuales basados en IAG en entornos de experimentación remota. Los docentes involucrados valoraron positivamente la asistencia personalizada que ofrece la herramienta, pero señalaron la necesidad de una formación específica previa, así como las implicancias pedagógicas y éticas de su aplicación. Se advierte aquí la importancia de estrategias institucionales de capacitación que acompañen el proceso de adopción tecnológica.

En cuanto a los estudios realizados en México (Ramírez Martinell & Casillas Alvarado, 2024) y España (Carranza Alcántar, M del R. et al., 2024), ambos coinciden en señalar una actitud cautelosamente optimista por parte del profesorado hacia la integración de aplicaciones basadas en inteligencia artificial. A pesar del reconocimiento de sus potencialidades en términos de personalización del aprendizaje y eficiencia en la gestión pedagógica, persisten preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos, los sesgos algorítmicos y la equidad en el acceso. Estos elementos ratifican la necesidad de considerar la dimensión ética como un componente ineludible en cualquier

estrategia de incorporación tecnológica en el ámbito universitario (Gutiérrez, 2023; Quaresma, 2021).

Del conjunto de casos analizados emergen tres núcleos problemáticos principales. En primer lugar, la resistencia y aceptación docente constituyen una dimensión clave para comprender las posibilidades de integración de la IAG. Lejos de atribuirse exclusivamente al desconocimiento técnico, la reticencia se explica por una combinación de factores: la escasa formación específica, la falta de políticas institucionales claras y el temor a una deshumanización del vínculo pedagógico (Jobson, 2023; Rogers, 2003). Estas condiciones configuran un terreno complejo para la innovación educativa, que exige acompañamiento institucional sostenido.

En segundo lugar, se identifican desafíos significativos en torno a la ética, la autoría académica y la calidad del conocimiento producido. La posibilidad de recurrir a sistemas automatizados para la generación de contenido plantea interrogantes sobre la originalidad, el plagio, el respeto a la propiedad intelectual y la construcción del pensamiento crítico, todos ellos pilares fundamentales del quehacer universitario (Muñoz, 2022; López, 2023).

En tercer lugar, se destaca la urgencia de construir un marco pedagógico institucional que no solo promueva el uso de la IAG, sino que oriente su incorporación desde principios de inclusión, calidad y pertinencia. Este marco debe articular la dimensión técnica con la dimensión formativa, promoviendo el desarrollo profesional docente en torno al uso crítico, ético y situado de estas tecnologías emergentes (Williams, 2024).

Asimismo, es pertinente reconocer las limitaciones del presente estudio. La revisión documental se restringe a cinco casos situados en contextos específicos de Argentina, México y España, por lo que no es posible generalizar los resultados a otros entornos institucionales o geográficos. Se sugiere, por tanto, el desarrollo de investigaciones complementarias, de corte mixto y longitudinal, que integren tanto la percepción docente como el análisis del impacto real de la IAG en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El debate sobre las capacidades de la inteligencia artificial para replicar o incluso superar competencias humanas sigue siendo abierto y controversial. Este debate trasciende los aspectos técnicos y alcanza dimensiones ontológicas y epistemológicas profundas, en tanto interroga la naturaleza de la conciencia, la intencionalidad y la agencia pedagógica. En este sentido, la incorporación de la IAG en la educación universitaria debe ser abordada no solo como una cuestión instrumental, sino como un fenómeno socioeducativo complejo que exige una reflexión ética, crítica y contextualizada (Quaresma, 2021; Sánchez & Carbajal, 2023) y pone de relieve la urgencia de seguir investigando para comprender sus capacidades e implicaciones socioeducativas.

## CONCLUSIONES

Este estudio documenta una tensión estructural entre las percepciones pedagógicas de los

docentes universitarios y la rápida irrupción de la IAG en el ámbito educativo. La evidencia recolectada a partir del análisis documental indica que esta tecnología no es recibida de manera homogénea: conviven posturas que oscilan entre el rechazo, la adopción crítica y el entusiasmo innovador. Esta disparidad responde menos a un desconocimiento técnico y más a una preocupación legítima por el resguardo de los principios fundantes de la educación superior, como la autoría académica, la honestidad intelectual y la relación humana en el acto pedagógico (Jobson, 2023; Bender et al., 2021; Muñoz, 2022).

En ese sentido, la resistencia docente no debe ser simplificada como una oposición al cambio, sino como una señal de alerta sobre los posibles efectos adversos de una implementación acrítica de estas herramientas. Las inquietudes expresadas refieren no solo a los riesgos de deshumanización en el vínculo tutorial (Williams, 2024), sino también a la posible erosión del juicio pedagógico ante automatismos que simulan comprensión sin poseerla (Bender et al., 2021).

Asimismo, se identificó una marcada escasez de estudios empíricos sobre el uso de la IAG en América Latina, lo cual dificulta el diseño de políticas contextualizadas que atiendan a las desigualdades estructurales de la región (Ramírez Martinell & Casillas Alvarado, 2024). Esta ausencia de marcos normativos y pedagógicos locales deja a las instituciones educativas en una posición de vulnerabilidad ante tecnologías importadas que pueden replicar o incluso amplificar brechas ya existentes.

Pese a estas advertencias, los hallazgos también señalan que la IAG ofrece oportunidades concretas para enriquecer la tutoría universitaria, optimizar tiempos, personalizar procesos de enseñanza-aprendizaje y democratizar el acceso a ciertos recursos. Sin embargo, su efectividad depende directamente de la capacidad institucional para articular su incorporación desde una gobernanza pedagógica clara, ética y reflexiva. En este marco, resulta imprescindible consolidar programas de formación docente que no se limiten al uso técnico de las herramientas, sino que promuevan una apropiación crítica y situada de la IAG. Esto implica educar para la ciudadanía digital responsable, fortaleciendo valores como la autorregulación, la transparencia y la colaboración entre actores humanos y no humanos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio-Gómez, O. Y.-G. (2024). Principios éticos para el uso de la inteligencia artificial. *Revista Internacional de Desarrollo Humano y Sostenibilidad*, 1, 73–87.
- Aubert, E. G. (2024). Alquimia didáctica: La interacción de docentes universitarios con la inteligencia artificial generativa. *TIES. Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior*, 10, 37–60. <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.16>

- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Carranza Alcántar, M. del R., Macías González, G. G., Gómez Rodríguez, H., & Jiménez Padilla, A. A. (2024). Percepciones docentes sobre la integración de aplicaciones de IA generativa en el proceso de enseñanza universitario. *Revista de Docencia Universitaria*, 22(2), 158–176. <https://doi.org/10.4995/redu.2024.22027>
- Galindo-Monfil, A. R.-H.-H.-V. (2022). Chatbots como apoyo a tutorías académicas en la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana, Región Xalapa. *Interconectando Saberes*, 14, 55–64. <https://doi.org/10.25009/is.v0i14.2760>
- Gallent-Torres, C. Z.-G.-H. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: Una mirada desde la ética y la integridad académica. *ELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29, 1–21.
- Gamboa, M. A. (2023). Convivir con inteligencias artificiales en la educación superior: Retos y estrategias. *Perfiles Educativos*, 56–69. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61691>
- García-Peña, F. 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. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- Gómez, J., et al. (2023). *Inteligencia artificial aplicada a los sistemas energéticos* (1.<sup>a</sup> ed.). Editorial Universidad Autónoma de Occidente. <https://doi.org/10.52811/UAO.9789586191272>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org/>
- Gutiérrez López, K. M. (2023). Inteligencia artificial generativa: Irrupción y desafíos. *Enfoques*, 2(4), 57–82. <https://revistasdigitales.uniboyaca.edu.co/index.php/EFQ/article/view/1075>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Holmes, W. M. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>
- Jobson, M. (2023, 22 de agosto). “I don’t want to be taught and graded by a robot”: Student–teacher relations in the age of generative AI. *Anthropology News*. <https://www.anthropology-news.org/articles/i-dont-want-to-be-taught-and-graded-by-a-robot-student-teacher-relations-in-the-age-of-generative-ai/>
- Lee, K. (2020). *Superpotencias de la inteligencia artificial: China, Silicon Valley y el nuevo orden mundial*. Deusto.
- Liu, R., Zenke, C., Liu, C., Holmes, A., Thornton, P., & Malan, D. J. (2024). Teaching CS50 with AI:

- Leveraging generative artificial intelligence in computer science education. *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE 2024)*. <https://doi.org/10.1145/3626253.3635427>
- Lizano-Sánchez, F., Idoyaga, I., Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., & Arguedas-Matarrita, C. (2025). Teachers' perspective on the use of artificial intelligence in remote experimentation. *Frontiers in Education*, 10, 1518896. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1518896>
- López, K. M. (2023). Inteligencia artificial generativa: Irrupción y desafíos. *Enfoques*, 2, 57–82.
- Malan, D. J. (2010). Reinventing CS50. *Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 152–156. <https://doi.org/10.1145/1734263.1734316>
- Morales Chan, M. A. (2023). *Explorando el potencial de ChatGPT: Una clasificación*. Repositorio Institucional Galileo. <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/handle/123456789/1348>
- Passeron, E., Brossi, L., & Dodds, T. (2019). *Inteligencia artificial y bienestar de las juventudes en América Latina*. LOM Ediciones.
- Perezchica-Vega, J. E.-R.-M. (2024). Generative artificial intelligence in higher education: Uses and opinions of teachers. *European Public and Social Innovation Review*, 1–20. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-593>
- Quaresma, A. (2021). Weak artificial intelligence and computational brute strength. *Techno Review. International Technology, Science and Society Review*, 10, 67–78. <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v10.2815>
- Ramírez Martinell, A., & Casillas Alvarado, M. A. (2024). Percepciones docentes sobre la inteligencia artificial generativa: El caso mexicano. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 5(2), 44–55. <https://doi.org/10.56152/reped2024-dossierIA1-art4>
- Sánchez Mendiola, M., & Carbajal Degante, E. (2023). La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria. *Perfiles Educativos*, 70–86. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61692>
- Sánchez, J. L. (2023). Aplicación de la inteligencia artificial en la educación superior. *Dominio de las Ciencias*, 3, 1097–1108.
- Sok, S., & Sok, S. (2024). Opportunities, challenges, and strategies for using ChatGPT in higher education: A literature review. *Journal of Digital Educational Technology*, 4, 24–31.
- Sureda, P. C. (2023). Inteligencia artificial generativa en la formación de profesores de matemática en servicio. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 19(69). <http://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1566>
- Williams, R. T. (2024). The ethical implications of using generative chatbots in higher education. *Frontiers in Education*, 9, 1331607. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1331607>

# NUEVOS DESAFÍOS: IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

María Florencia Iannone – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, a consecuencia de los avances de la tecnología, nos hallamos inmersos en una sociedad que se orienta, cada vez más, hacia el proceso de la tecnificación masiva.

El área de la educación avanza a la par de los cambios de la sociedad y por ello se encuentra atravesando un cambio orientado a las nuevas tendencias tecnológicas.

El avance de la inteligencia artificial (IA) plantea nuevos desafíos para la educación. Algunos autores manifiestan que la IA aplicada en la educación puede aportar una serie de oportunidades tales como: a) personalización del aprendizaje, b) mejora de la eficiencia del proceso educativo, c) acceso a recursos de aprendizaje avanzados, d) mejora en la retención y finalización de programas educativos (Vera, 2023). Sin embargo, su implementación en el ámbito educativo, más específicamente en el estudio de las ciencias naturales, plantea una serie de desafíos y cuestionamientos sobre su rol y su impacto en este ámbito, dónde surge el interrogante si la IA es amiga o enemiga de la educación, por tanto, es importante analizar este tema desde diferentes perspectivas (González-Calatayud et al., 2021).

Por tal motivo, el objetivo de este ensayo es proveer elementos para la discusión académica sobre la IA y su potencial educativo en las ciencias naturales, como también analizar críticamente sus ventajas y desventajas y los desafíos que implica esta integración tecnológica.

Para ello, en este escrito abordaré los siguientes interrogantes que tenemos muchos docentes: ¿Cuáles son los beneficios del empleo de la IA en la educación en ciencias naturales? ¿Cuáles son las consideraciones éticas a tener en cuenta? ¿Hasta qué nivel la tecnología es capaz de revolucionar el universo de la educación? ¿Será factible incorporar la IA en nuestras clases? ¿Cuál será la repercusión de los docentes? ¿Estamos capacitados para implementarla en el aula?

## DESARROLLO

### TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN

La cultura de las tecnologías está en continua transformación. Su veloz avance nos impone un reciclaje continuo, acelerado y nos convierte en individuos totalmente dependientes de ese proceso.

Desde la perspectiva de la educación, podemos definir distintas culturas, en cada una de ellas

el rol a desempeñar por las tecnologías es distinto. En el modelo de la ‘ingeniería educativa’, el aprendizaje es considerado un proceso cerrado, adaptable y evaluable. Desde este enfoque los docentes son los que asumen la autoridad y responsabilidad de la enseñanza. Mientras que desde la mirada del ‘constructivismo’, el aprendizaje se presenta como un proceso de generación de conocimiento, en el cual la autoridad está compartida entre docentes y estudiantes (Pablos Pons et al., 2009). Claramente, ambos modelos requieren usos distintos y diferenciados de las tecnologías.

A lo largo de la historia se observa una relación estrecha entre las formas y contenidos de la enseñanza con los sistemas sociales de producción de bienes y servicios. En el transcurso de la revolución industrial, tomando el modelo del sistema productivo, las escuelas se asemejaron a la industria. Las escuelas de mayor tamaño eran las mejores, simulando una producción a gran escala. También el diseño arquitectónico de los espacios de aprendizaje tenía similitud con las fábricas y almacenes. Los alumnos se sentaban en filas reproduciendo la cadena de montaje, el educador estaba al frente de la clase como lo estaba el capataz en la fábrica, tanto docentes como estudiantes tenían uniformes, la entrada, los tiempos libres y la salida eran informados con un timbre o sirena, el sistema y los programas eran inflexibles. Por ende, como menciona Ortega Barba (2010) las escuelas eran fábricas de enseñar.

Sin embargo, actualmente las pautas productivas son otras. Las nuevas empresas son más flexibles, surgieron nuevas industrias tales como el turismo, la informática, las comunicaciones, la biotecnología, la nanotecnología, los servicios de salud, entre otros, que mueven innumerables recursos financieros y humanos.

En los últimos años, la educación ha mantenido su estructura tradicional, pero ha experimentado cambios constantes a medida que aparecen los avances tecnológicos y forzosamente ha de cambiar en consecuencia. Actualmente, las nuevas generaciones reclaman cambios profundos, pero gran parte del sistema educativo continúa en una gran inercia. En el caso particular de la educación de las ciencias naturales, cuyo objeto de estudio es la naturaleza por medio de la demostración de los fenómenos naturales y el empleo de diversos métodos y procedimientos, se requiere una constante revisión y actualización en cuanto a los recursos disponibles, lo que obliga a realizar una transformación radical en su tradicional sistema de educación.

Es evidente que la incorporación de tecnologías digitales debe ser aplicada en un marco educativo flexible y apoyado en unos soportes conceptuales y metodológicos que aseguren una enseñanza activa, dinámica y eficaz. La incorporación de las nuevas tecnologías en el currículo no es un proceso sumamente sencillo, requiere de políticas educativas razonables y una inversión económica por parte de los responsables educativos. Es sabido que las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC), así como las herramientas y aplicaciones

permiten la transmisión de conocimientos a través de diferentes medios y métodos (García et al., 2023). Dentro de este contexto, la IA ha cobrado un auge sin precedentes, en vista de las últimas aplicaciones desarrolladas, siendo una de las más destacadas la aparición del ChatGPT (Cánovas, 2023). Es por ello que es esencial reformar los métodos de enseñanza tradicionales para poder enfrentar los desafíos actuales en la era de la información. En este aspecto, Cotrina et al. (2021) y González (2023) manifestaron que los avances en la IA mejorarían la calidad del aprendizaje en todos los niveles. En tal sentido, es crucial replantear los métodos de enseñanza en la educación y enfocarlos en promover la alfabetización digital a lo largo de todo el programa académico (Ayuso y Gutiérrez, 2022). Asimismo, la IA ha demostrado su capacidad para manejar volúmenes extensos de datos y discriminar información pertinente, lo que ha ocasionado progresos relevantes en el modo en que los individuos afrontan el aprendizaje y los entornos educativos (Tomalá et al., 2023). Asimismo, es una herramienta de gran utilidad para tutores virtuales. Es por ello que la IA ha llegado para quedarse, sobre todo en la educación en ciencias naturales.

## LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia humana es la suma de aquellas capacidades cognitivas que le confieren al ser humano una relativa autonomía, las que pueden categorizarse como “perfiles de inteligencia” o “inteligencias múltiples” (Corvalán, 2017). Desde la mirada antropológica, Barrio (2018) le da otra perspectiva, asume diferencias entre la inteligencia artificial y la inteligencia humana, ya que una computadora, independiente de su capacidad o potencia, está limitada en el manejo de lo que designa como “significantes” (lenguaje lógico de programación) con una capacidad de memoria superior a la inteligencia humana; aunque no es capaz de interpretar los significados como sí puede hacer nuestra inteligencia. Es por ello que la inteligencia operacional o de cálculo de una computadora está acotada al manejo de información sin tener la capacidad de entendimiento o comprensión de aquello que procesa.

Entre la heterogeneidad de aspectos relacionados a la idea de “inteligencia”, se observa que el eje transversal es la capacidad que se tiene para procesar la información del mundo circundante y solucionar problemas. En nuestro caso, la corteza cerebral es quien controla la capacidad para el procesamiento de la información procedente del entorno y del mismo organismo que deberá utilizarse de forma inmediata para evaluar y elegir los mecanismos de acción, tomando decisiones y seleccionando opciones que considere más eficaces o posibles.

Desde una perspectiva teórica, la IA se basa en el uso de algoritmos y sistemas inteligentes para simular la inteligencia humana y realizar tareas cognitivas complejas (Badaró et al., 2013). Bergolla y Lavigne (2021) la definen como la ciencia de la computación responsable de implementar técnicas de representación del conocimiento, razonamiento, ambigüedad y aprendizaje, en la evolución de sistemas informáticos con actuación racional. Similarmente,

Flores y García (2023) la mencionan como una disciplina de la informática encargada del análisis y construcción de sistemas capaces de ejecutar actividades que necesitan inteligencia humana, como la identificación de patrones, la toma de decisiones o la solución de problemas. Mariño y Primorac (2016) manifiestan que la IA es la parte de las Ciencias de la Computación que permite proporcionar “una diversidad de métodos, técnicas y herramientas para modelizar y resolver problemas simulando el proceder de los sujetos cognoscentes”. Desde otra mirada la IA es una ciencia que se orienta a la búsqueda del entendimiento profundo sobre la inteligencia, teniendo en cuenta la delimitación de la misma, sus posibilidades y caracterizándose como un desafío de enorme complejidad (Herrera y Muñoz, 2017). Según ChatGPT, la IA es “un campo de la informática que se enfoca en crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Esto incluye habilidades como el aprendizaje, el razonamiento, la comprensión del lenguaje, la percepción y la toma de decisiones” (OpenAI, 2024). La naturaleza del concepto es que las computadoras realicen tareas que asemejen la actividad de pensar de forma parecida a la humana, con habilidades para aprender y tomar decisiones.

El origen de la IA se le adjudica a Alan Turing quien en 1950 publicó su artículo Maquinaria de Cómputo e Inteligencia, en el que describe la visión de la IA e introduce la denominada prueba de Turing, para determinar si una máquina era en efecto inteligente. Su famosa “máquina de Turing” se rigió bajo un esquema de procesamiento de datos en un sistema binario, capaz de procesar cualquier tipo de cálculo posible, y “la prueba de la máquina de Turing” fue diseñada para determinar si una máquina tenía la atribución posible del pensamiento con una condición: que el observador no pueda distinguir claramente su conducta con la de un ser humano, por ende, se establece el paradigma implícito y explícito de la IA. Es por ello, que cabe mencionar a los grandes pioneros de esta rama del conocimiento como McCulloch, Turing, von Neumann, Wiener y Pitts, Gardner, entre otros (Ramos, 2014).

Sin embargo, quien propuso el término de inteligencia artificial fue McCarthy en 1956 (Bergolla y Lavigne, 2021). En los años noventa ocurrieron los avances que marcaron el inicio de lo que hoy conocemos como la IA. Un ejemplo de ellos fue en 1997 cuando la Deep Blue, supercomputadora creada por IBM, logró vencer al campeón de ajedrez Gary Kaspárov (Rainer y Rodríguez, 2019). Por su parte, en el campo de la IA existe un área llamada machine learning (aprendizaje de máquinas o automático, AM) en el que las computadoras a través del acceso a grandes cantidades de datos tienen la habilidad de aprender sin haber sido programadas de manera explícita para ello. Otro concepto importante es deep learning (aprendizaje profundo, AP) que se refiere al uso de modelos de aprendizaje basados en redes neuronales para realizar tareas como reconocimiento de palabras o de imágenes, teniendo un significado técnico diferente al usado en pedagogía (Maslej et al., 2023). Otro concepto significativo es la inteligencia artificial generativa (IAG), incluido dentro de la rama de la IA, el

cual se refiere a la generación de contenido original (texto, imágenes, video, sonido) a partir de datos que ya existen y en respuesta a comandos o prompts (Lim et al., 2023). Estos modelos aprenden estructuras y patrones de los datos que se les proporcionan y generan contenido nuevo similar a los datos de entrenamiento. La IAG puede ser unimodal, cuando tiene un solo tipo de entrada (por ejemplo, texto), o multimodal, cuando recibe más de una entrada como ser imágenes y textos. En los últimos tiempos sucedieron grandes avances en estas áreas del conocimiento con el surgimiento de “modelos de lenguaje masivos” (LLM, large language models), los cuales son modelos de gran tamaño que a través de redes neuronales son entrenados para aprender y reproducir la estructura del lenguaje. Con estos modelos es factible desarrollar procesamiento de lenguaje natural, traducción y generación automática de textos, dando lugar a lo que se denomina “GPT” (Rudolph et al., 2023):

- Generativo: predice la siguiente palabra.
- Pre-entrenado: entrenado previamente con gran cantidad de datos.
- Transformador: codificador-decodificador basado en redes neurales.

El famoso ChatGPT, creado por la empresa OpenAI en el año 2022, se basa en este modelo (OpenAI, 2023). Chat-GPT 3.5 por su sencilla interfaz, rapidez y calidad de respuestas comenzó a ser usado por una gran cantidad de personas, convirtiéndose en la innovación tecnológica más rápidamente adoptada en la historia de la humanidad, al superar a Netflix, TikTok, entre otros (Chow, 2023; Rudolph et al., 2023). De acuerdo con lo manifestado por Bozkurt et al. (2023), el ChatGPT ha dominado la conversación en medios masivos de comunicación, redes sociales y círculos académicos, como también ha provocado sorpresa, inquietud, miedo y esperanza.

## LA IA Y SU IMPACTO EN EL MUNDO

Según ChatGPT, la IA se aplica en una amplia variedad de sectores y contextos, como ser: la salud (diagnóstico médico, asistentes virtuales, investigación farmacéutica), la educación (sistemas de tutoría, calificación automática, análisis del rendimiento), las finanzas (análisis de riesgos, asesoría financiera, trading algorítmico), el transporte (vehículos autónomos, optimización de rutas), el comercio y marketing (recomendaciones personalizadas, análisis de sentimiento, automatización de marketing), la ciberseguridad (detección de amenazas, respuestas automatizadas), la agricultura (monitoreo de cultivos, predicción de cosechas), el entretenimiento (creación de contenido, juegos), los asistentes virtuales (interacción de voz), la manufactura (mantenimiento predictivo, automatización de procesos) (OpenAI, 2024).

Respecto a la parte económica y sus enormes implicancias de índice global, se observa que las corporaciones más poderosas del mercado recopilan más datos de los consumidores, contratan a profesionales más talentosos y tienen recursos para construir hardware dedicado y de gran envergadura, así como capacidades de supercomputación en la nube (Mialhe y Lannquist, 2018), lo que deriva en un posicionamiento de dichas empresas respecto de su

competencia directa. Saavedra (2016) menciona que la IA será el catalizador de los cambios más fecundos en la historia de la humanidad. Por otro lado, Ocaña-Fernández et al. (2019) plantea la necesidad de establecer mecanismos de regulación, de los límites de alcance efectivo, para que la población no se vea vulnerable en relación con una mala práctica o aplicación de la enorme data generada de los grupos humanos y sus tendencias. Para evitar que la información en la nube no sea procesada ni orientada hacia patrones de consumo, ni hacia tendencias políticas, considero que es necesario establecer regulaciones de acuerdo con las políticas locales, y globales.

## LA IA EN LA EDUCACIÓN

La inteligencia artificial está interviniendo en diversos campos y el ámbito de la educación no ha sido una excepción (Chen et al., 2020). La disponibilidad global de estas herramientas de uso sencillo, gratuitas o de bajo costo, genera oportunidades para actividades de aprendizaje, enseñanza y evaluación. Su implementación en el marco educativo presenta un potencial relevante para mejorar la calidad de la enseñanza y aprendizaje, al igual que para abordar los desafíos existentes en la educación de las ciencias naturales. A pesar de ello, aprovechar al máximo los beneficios de la IA y vencer los desafíos asociados requiere una implementación efectiva y estratégica (Gónzalez-Calatayud et al., 2021). Por tanto, es indispensable reflexionar sobre el tema y aprender a utilizar estas herramientas con eficacia, profesionalismo y ética, así como dialogar con pares académicos, estudiantes y autoridades sobre las acciones a tomar a corto y largo plazo, para su adecuada implementación en beneficio de los estudiantes (Bozkurt et al., 2023).

El dilema del uso de ChatGPT y de herramientas similares de la IA en el mundo educativo ha tenido respuestas diversas que van desde el rechazo hasta la adopción irreflexiva. Dentro de esta línea, varios autores han manifestado diferentes perspectivas respecto del uso de la IA en la educación. García Villarroel (2021) manifestó que la IA permite individualizar el aprendizaje de acuerdo a las capacidades particulares de cada estudiante, mediante nuevos sistemas de gestión como el big data, como también, facilita la contextualización de una metodología de aprendizaje con la ayuda de herramientas mediadas por internet. Por su parte, Castillo et al. (2023) señalaron que la IA tiene el potencial para modificar radicalmente el contexto académico, al personalizar la experiencia de aprendizaje y favorecer el desarrollo de las tareas. Sin embargo, existe la preocupación de que la IA interfiera en el rol de los docentes y estudiantes, al igual que en aspectos éticos de la privacidad y seguridad de los datos (Guaña y Chipuxi, 2023). En este sentido, Suarez Gómez (2023) opinó que la IA altera o desestabiliza los fundamentos de las ciencias sociales, en su ámbito ontológico, epistemológico, antropológico y ético, ya que la IA ha planteado el dilema ético sobre si los seres humanos seremos reemplazados o no por máquinas. Por otro lado, muchos docentes tienen poca comprensión o conocimiento sobre IA,

pero consideran que la IA aportará un sistema de apoyo más equilibrado para los estudiantes (McGrath et al., 2023). En mi caso, me siento sumamente identificada con lo expresado por este último autor ya que mis conocimientos en el área son prácticamente nulos y por ello considero que los docentes necesitamos formación en IA para la enseñanza, así como para la comprensión de las implicancias asociadas.

## HABILIDADES DIGITALES

Ocaña-Fernández et al. (2019) hacen referencia a, que a pesar de que la mayoría de los estudiantes poseen computadoras y que a un importante grupo etario se los considera nativos digitales, los alumnos sólo emplean recursos clásicos de las tecnologías de la información y comunicación. En concordancia a ello, Gisbert y Esteve (2016) plantearon que las particulares características de los individuos, en relación con las nuevas tecnologías, guarda en sí misma una pobre relación con la edad del individuo, pero sí con la aproximación que éstos hacen a las TIC. Es sabido que la enseñanza de la IA plantea diversos desafíos los que comprenden desde los aspectos éticos al cómo debe ser enseñada o divulgada y del desafío de cómo hacerla más interdisciplinaria (Eaton et. al, 2018). Otro punto importante a tener en cuenta es la alfabetización digital del docente y del estudiante.

Las competencias digitales podrían definirse como la suma de todos los conocimientos, actitudes y habilidades en aspectos tecnológicos, informacionales y virtuales, sustentado sobre una nueva y muy compleja alfabetización tecnológica de carácter funcional, para su uso de forma productiva y no estrictamente operacional (Gisbert y Esteve, 2016).

Por tanto, el gran reto que tienen las entidades educativas es la urgente necesidad de planificar, diseñar, desarrollar e implementar competencias digitales con el propósito de formar mejores profesionales capaces de entender y desarrollar el entorno tecnológico en función a sus necesidades, como también implementar un lenguaje digital bajo el formato de la IA.

## HACIA UNA NUEVA ALFABETIZACIÓN

Históricamente, el proceso de alfabetización se basó en enseñar a leer y escribir mediante los códigos textuales en materiales impresos. En este proceso se capacita al individuo para que pueda acceder y comprender los contenidos y las estructuras simbólicas a través de las cuales se transmiten los conocimientos y el acceso a la cultura, como también el dominio de las herramientas y diversos códigos para expresarse y comunicarse en su contexto.

Para preparar a nuestros jóvenes a enfrentarse al mundo en el que les tocará vivir, es fundamental enseñarles el lenguaje digital para incorporar las competencias necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital. Por tanto, hay una nueva alfabetización, que podemos denominar alfabetización digital, necesaria para las nuevas sociedades y en la que debemos formar a los futuros ciudadanos.

Actualmente, los entornos digitales están sujetos al empleo de tecnologías cada vez más refinadas y potenciadas tanto en cantidad como en calidad.

Por su parte, el lenguaje digital incluye distintos lenguajes como ser:

a- El pensamiento computacional: Los más jóvenes suelen estar familiarizados a los recursos digitales y al uso de las nuevas tecnologías debido a su temprana proximidad a ellos. Es por ello que se los suele nombrar como nativos digitales. Recursos, aplicaciones, redes sociales, equipos, interactividad, juegos en línea, comunicación a tiempo real son situaciones corrientes y comunes para los nativos digitales, que bajo los parámetros del acercamiento desarrollan una forma de pensamiento computacional que los predispone al uso continuo de dichos recursos. Muchas de las actividades que hacen dichos nativos están sujetas al uso constante de equipos digitales que facilitan dicha interactividad, en consecuencia, son más afines a la idea de lo computacional o digital.

b- La programación: La implementación de los equipos y dispositivos tecnológicos, la velocidad de transmisión de datos y nuevas formas de almacenamiento requiere toda una nueva logística que logre el soporte para dicha implementación. Para ello es importante cómo está estructurado el soporte de software. En el caso particular del soporte de la IA, éste se sustenta en los nuevos lenguajes de programación como por ejemplo Phyton o Ruby.

c- Competencias informáticas: Uno de los retos más importante en las políticas educativas es la integración de las TIC en la educación (Ocaña y Valenzuela, 2018). Dichas políticas deberán orientarse al desarrollo de un modelo pedagógico que justifique y dé sentido a las prácticas de enseñanza y aprendizaje empleando las nuevas tecnologías desde una perspectiva innovadora.

d- Competencias informacionales y audiovisuales: Para enfrentar los desafíos de las nuevas tecnologías se necesita transitar una serie de cambios que van desde la parte logística (preparación docente, nuevas estructuras curriculares, nuevas modalidades de enseñanza-aprendizaje, evaluación dentro de los contextos del e-learning), como también desde las políticas educativas (Ocaña-Fernández et al., 2019).

## **IMPACTO POSITIVO Y NEGATIVO DE LA IA EN LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES**

Uno de los pasos de la reforma educativa en el campo de las ciencias naturales, es mejorar el nivel de la enseñanza y su calidad a través de las TIC. Cabe destacar que la educación informal tiene la ventaja de poder llevarse a cabo en cualquier momento y lugar, hecho que no ocurre en la educación presencial ya que las clases se dictan en un lugar específico y a un horario determinado (Xie, 2022).

Del mismo modo, el modelo educativo de “educación basada en el estudiante”, la comunicación

inalámbrica y la tecnología de la IA pueden ayudar a los docentes en el campo de las ciencias naturales a comprender mejor el desempeño específico de los estudiantes en el aula. El empleo de la IA junto con la tecnología 5G pueden aportar innovación a la enseñanza en línea, mejorando la eficiencia de la enseñanza de los docentes, como también potenciando el interés de los estudiantes en el aprendizaje.

El impacto de la enseñanza práctica refleja que los diseños educativos basados en la IA tienen mejor repercusión y aceptación por los estudiantes y tienen puntajes de evaluación más elevados. Asimismo, el modelo de aprendizaje y enseñanza basado en la IA es adecuado para promover las bases teóricas y prácticas de los estudiantes (Zhang, 2022).

Por otro lado, la realidad virtual basada en la IA emplea nuevos formatos de interfaz como ser: cámaras de detección de profundidad para visión estereoscópica que permiten que los objetos virtuales puedan interactuar con precisión con los objetos del mundo real y ocultarlos, como también controladores de mano que permiten a los usuarios tomar, mover e interactuar con objetos virtuales como si estuvieran físicamente presentes. Esto permite alcanzar resultados beneficiosos en la educación de las ciencias naturales, enfocados en un plan de enseñanza y la disminución de sus dificultades (Wang, 2021).

Con respecto a los beneficios del uso de la IA en la educación, gran parte de los estudios indican que la IA permite potenciar el interés de los alumnos en el aprendizaje, la mejora del desempeño y la capacidad para solucionar problemas (Tinoco-Plasencia, 2023). Asimismo, la IA puede ayudar a los profesores a comprender el desempeño individual de cada estudiante ya que el reconocimiento facial y de expresiones de los alumnos, basado en la IA, puede ayudar a los docentes a detectar el estado de los estudiantes y a mejorar las formas de enseñanza (Zhu, 2022). Díaz et al. (2021) mencionan que el uso de la IA proporciona dinamismo, flexibilidad y adaptabilidad a la educación, contemplando que la heterogeneidad de aplicaciones y herramientas de la IA son el principal incentivo como un recurso flexible para extraer su máximo potencial. A su vez, la IA proporciona nuevas formas de interacción social, como también la participación de nuevos actores virtuales en los ambientes de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales.

A continuación, en la Tabla 1 detallo los aspectos positivos y negativos de la implementación de la IA en la educación que a mi parecer son los más relevantes.

ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
Personalización del aprendizaje	Dependencia excesiva
Mejora de la retroalimentación	Falta de interacción humana
Eficiencia y ahorro de tiempo	Riesgo de sesgos
Acceso a recursos educativos	Preocupaciones sobre privacidad y seguridad
Análisis de datos educativos	Desigualdades y barreras tecnológicas

Potencial para investigación e innovación	
---	--

Tabla 1: Aspectos positivos y negativos de la implementación de la IA en la educación.

En la educación de las ciencias naturales, se ha observado el potencial de la IA para la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas administrativas y la mejora de la evaluación y retroalimentación. La teoría del constructivismo y la perspectiva centrada en el alumno ofrecen un marco sólido para entender cómo la IA puede favorecer la construcción activa del conocimiento y la adaptación del proceso de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante (González-Calatayud et al., 2021). Dicha personalización del aprendizaje es lograda gracias al uso de algoritmos avanzados y sistemas de aprendizaje automático permitiendo que los alumnos puedan recibir contenidos y actividades adecuados para su nivel y ritmo de aprendizaje (Verma, 2018). Esto conduce a una mejora del rendimiento y la motivación, ya que los alumnos reciben una educación personalizada que se acomoda a su nivel de conocimiento y ritmo de aprendizaje.

Otro aspecto positivo de la IA en la educación de las ciencias naturales es la mejora de la retroalimentación mediante la automatización de procesos de corrección y calificación. Los sistemas de la IA permiten ofrecer retroalimentación rápida y precisa en evaluaciones y correcciones, lo que favorece a los alumnos a entender sus fortalezas y áreas de mejora de manera más efectiva. Esta retroalimentación personalizada contribuye a un aprendizaje más relevante y orientado al crecimiento.

Por su parte, la eficiencia y el ahorro de tiempo también se ven favorecidos con la implementación de la IA. La automatización de tareas administrativas y la corrección de exámenes liberan tiempo para que los docentes en el área de las ciencias naturales puedan ocuparse más a la enseñanza y al apoyo individualizado a los estudiantes. Esto favorece una atención más personalizada y una mayor interacción en el proceso educativo.

Por otro lado, la IA contribuye en el acceso a recursos educativos en el campo de las ciencias naturales. Los alumnos pueden acceder a recursos en línea y en tiempo real, indistintamente de su ubicación geográfica. Este hecho promueve el aprendizaje continuo y proporciona acceso a materiales actualizados y de calidad, enriqueciendo la experiencia educativa.

Además, la IA puede analizar múltiples datos educativos para identificar patrones, señales tempranas y tendencias en el rendimiento y los resultados educativos. Esta información es útil para tomar decisiones basadas en datos y adaptar y mejorar los programas de estudio y la planificación académica, como también la enseñanza de manera más efectiva (Zawacki-Richter et al., 2019).

Asimismo, la implementación de la IA en la educación de las ciencias naturales brinda un gran potencial para la investigación científica y la innovación, ya que puede emplearse como una

herramienta potente para la generación de conocimiento, incentivando la creatividad y la innovación en este ámbito.

Sin embargo, la implementación de la IA en la educación de las ciencias naturales también presenta desafíos y preocupaciones asociados a su incorporación (Tabla 1). Es por ello que, es primordial examinar en detalle el marco teórico que respalda la implementación efectiva de la IA en la educación y contemplar las implicaciones prácticas y éticas en cada etapa del proceso (Chen et al., 2020).

Uno de los principales retos es asegurar la ética en el uso de la IA. Es imprescindible establecer políticas y regulaciones claras para preservar la privacidad de los alumnos e impedir el sesgo algorítmico en la toma de decisiones educativas (Hinojo-Lucena et al., 2019). Del mismo modo, algunas personas temen que la IA reemplace a los docentes provocando una reducción en el contacto humano durante el proceso educativo de las ciencias naturales. A pesar de que la IA puede ser de gran utilidad en la mejora de la experiencia educativa, no puede sustituir la empatía, la creatividad y la interacción que otorga un docente de carne y hueso. Es por ello que, es primordial hallar un equilibrio entre la tecnología y el papel del docente como facilitador del aprendizaje (Hinojo-Lucena et al., 2019). Por tanto, es imprescindible debatir estos desafíos de manera responsable, contemplando aspectos éticos, pedagógicos y de privacidad (Felijakowski y Kosinski, 2014) ya que, con una ejecución apropiada y reflexiva, la IA puede ser un preciado recurso para promover la educación en beneficio de los estudiantes (Hinojo-Lucena et al., 2019).

Por su parte, la dependencia excesiva de la IA puede conducir a una probable pérdida de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas independiente, dado que los alumnos podrían malacostumbrarse a depender exclusivamente de los sistemas de la IA para obtener respuestas y soluciones. De igual forma, podría disminuir la capacidad de aprendizaje autónomo y la autodirección de los estudiantes, debido a una falta de motivación y habilidad para buscar conocimiento de forma independiente.

Otro aspecto negativo de la IA es la falta de interacción humana. La dependencia desmedida de la tecnología puede ocasionar una disminución de la interacción social y el desarrollo de habilidades de colaboración en entornos presenciales. La interacción con docentes y compañeros es crucial para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades sociales y la carencia de esta interacción a causa de la dependencia de la IA podría desencadenar un impacto negativo en la formación integral de los estudiantes. Mas aún, se perdería la retroalimentación y el apoyo emocional aportado por la interacción con sus docentes y pares, lo que puede ser crítico para el crecimiento personal y académico de los alumnos.

Otro elemento negativo para tener en consideración es el riesgo de sesgos. Puede ocurrir que la IA refuerce o perpetúe sesgos existentes en la educación, como ser la discriminación de

género o racial, ya que los algoritmos empleados en la IA pueden basarse en datos históricos que contienen sesgos, conduciendo a evaluaciones o recomendaciones injustas o inexactas. Por tanto, es imprescindible afrontar este problema con políticas y regulaciones claras que garanticen la equidad y la imparcialidad en la implementación de la IA.

A su vez, la privacidad y seguridad son inquietudes a tener en cuenta para resguardar la seguridad de los datos, en especial cuando se emplean plataformas y servicios de la IA que recopilan y analizan grandes cantidades de datos. Pueden surgir brechas de seguridad y vulnerabilidades cibernéticas, lo que podría comprometer la confidencialidad de la información y ocasionar intranquilidad respecto a la protección de datos.

Las desigualdades y barreras son un aspecto importante a tener en cuenta en relación a la implementación de la IA en la educación de las ciencias naturales, ya que aquellos que no tienen acceso a la tecnología necesaria para usar sistemas de la IA pueden presentar limitaciones en el acceso a la información y acentuarse más las desigualdades existentes en la obtención de una educación de calidad.

## CONCLUSIÓN

En resumen, la educación de las ciencias naturales está sometida continuamente a cambios considerables, a consecuencia de los avances tecnológicos. La implementación de la IA en la educación de las ciencias naturales tiene ventajas significativas ya que ofrece un potencial importante para mejorar el aprendizaje y la enseñanza: mejora la personalización del aprendizaje, y facilita a los estudiantes el acceso a contenidos y recursos adaptados a sus necesidades individuales. Asimismo, permite optimizar la evaluación y retroalimentación, ofreciendo información más precisa para mejorar el rendimiento. A su vez, favorece la identificación precoz de problemas de aprendizaje y promueve la investigación educativa mediante el análisis de datos a gran escala.

A pesar de ello, es importante considerar desafíos éticos tales como la privacidad y seguridad de los datos, evitar sesgos algorítmicos y garantizar la equidad en el acceso a la educación a través de la IA, de modo tal de poder aprovechar al máximo su potencial en la educación de las ciencias naturales. Por tanto, se deben establecer políticas y regulaciones del uso de la IA, dado su todavía escasa implementación en el contexto académico; como así también se debe tener presente que la dependencia excesiva de la IA puede tener consecuencias negativas.

Por tal motivo, es crucial encontrar un equilibrio entre el uso de la IA como una herramienta de apoyo y el incentivo de la autonomía y el pensamiento crítico de los alumnos. Además, la interacción humana continúa siendo importante en la educación de las ciencias naturales. A pesar de que la IA puede favorecer algunos aspectos del aprendizaje, la falta de interacción humana puede ocasionar una pérdida de retroalimentación emocional y el desarrollo de habilidades sociales.

Por otro lado, es sabido que en las instituciones públicas existen limitaciones financieras, de recursos tecnológicos y en algunos casos también de recursos humanos especializados, lo que complica la implementación de estas herramientas digitales. Incluso, algunos integrantes de la sociedad aún desconfían si es necesario adoptar estas nuevas tecnologías para contribuir a mejorar la calidad de la educación en las ciencias naturales, lo que obstaculiza su implementación. Para enfrentar esto se requiere creatividad y empoderamiento de los docentes y de las entidades educativas. Por tanto, se requieren tareas relacionadas a la planeación estratégica, asignación de recursos tecnológicos, financieros y humanos, desarrollo y adaptación de herramientas de la IA apropiadas a las necesidades locales y nacionales, como también, identificación y desarrollo de habilidades y competencias digitales y de la IA relacionadas a la educación, para realizar actividades de formación docente e investigación relativas al tema. Por ello, es crucial contar con un mapa de ruta institucional, nacional y global.

Por tanto, en mi opinión, la implementación efectiva de la IA en la educación de las ciencias naturales precisa una planificación cautelosa, colaboraciones estratégicas y una capacitación adecuada para docentes y estudiantes, tomando en cuenta los objetivos pedagógicos y los requerimientos de los alumnos. De igual manera, es esencial garantizar una implementación ética y responsable de la IA, evitando la dependencia excesiva y garantizando la interacción humana, como también, teniendo en cuenta las necesidades individuales de los estudiantes y promoviendo la equidad y la inclusión. Dado que la IA puede transformar y mejorar la experiencia educativa, preparando a los alumnos a adquirir competencia y literacidad digital para un futuro globalizado, digital y en constante cambio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso, D., & Gutiérrez, P. (2022). La inteligencia artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25, 347–358.
- Badaró, S., Ibañez, L., & Agüero, M. (2013). Sistemas expertos: Fundamentos, metodologías y aplicaciones. *Ciencia y Tecnología*, 13, 349–364. <http://dx.doi.org/10.18682/cyt.v1i13.122>
- Barrio, J. (2018). *Aspectos del inacabamiento humano: Observaciones desde la antropología de la educación*. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/7192/200-barrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bergolla, Y. C., & Lavigne, M. L. (2021). *Desarrollo de retos de la inteligencia artificial*. Editorial Educación Cubana.
- Bozkurt, A., Xiao, J., Lambert, S., Pazurek, A., et al. (2023). Speculative futures on ChatGPT and generative artificial intelligence (AI): A collective reflection from the educational landscape.

- Asian Journal of Distance Education*, 18(1), 53–130. <https://zenodo.org/record/7636568>
- Cánovas, Ó. (2023). Explorando el papel de la IA en la educación universitaria de la informática a través de una conversación. *Actas de las JENUI*, 8, 217.
- Castillo, R. Y., Tiza, D. R., Orellana, L. M., Cajigas, B. Z., Huayta, F. T., Sota, C. Q., Muñoz, G. I., Acevedo, J. E., Sernaqué, M. A., Carranza, C. P., & González, J. L. (2023). Artificial intelligence application in education. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 33, 792–807.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IIEEE Access*, 8, 75 264–75 278.
- Chow, A. R. (2023, 1 de julio). How ChatGPT managed to grow faster than TikTok or Instagram. *TIME*. <https://time.com/6253615/chatgpt-fastest-growing/>
- Corvalán, J. (2018). Estados eficientes: La productividad del sector público bajo la lupa. *Integración & Comercio*, 44, 256–264. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6551948>
- Cotrina, J. C., Vera, M. Á., Ortiz, W. C., & Sosa, P. (2021). Uso de la inteligencia artificial (IA) como estrategia en la educación superior. *Revista Iberoamericana de la Educación*. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.81>
- Díaz, L. P., Cárdenas, J. V., Curo, G. G., & Barreto, A. M. (2021). Inteligencia artificial aplicada al sector educativo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26, 96.
- Eaton, E., Koenig, S., Schulz, C., Maurelli, F., Lee, J., Eckroth, J., & Williams, T. (2018). Blue sky ideas in artificial intelligence education from the EAAI 2017 New and Future AI Educator Program. *AI Matters*, 3(4), 23–31. <https://doi.org/10.1145/3175502.3175509>
- Felijakowski, K., & Kosinski, R. (2014). Opinion formation and self-organization in a social network in an intelligent agent system. *Acta Physica Polonica B*, 45(11), 2123.
- Flores, J. M., & García, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la educación de calidad (ODS4). *Comunicar*, 74. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/2738>
- García Villarroel, J. J. (2021). Implicancia de la inteligencia artificial en las aulas virtuales para la educación superior. *Orbis Tertius – UPAL*, 5(10), 31–52.
- García, J. P., Alor, L. B., & Cisneros, Y. G. (2023). Percepción de los tutores virtuales sobre el impacto de la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, 3, 49–58.
- Gisbert, M., & Esteve, F. (2016). Digital learners: La competencia digital de los estudiantes universitarios. *La cuestión universitaria*, 7, 48–59. <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3359/3423>
- González, M. A. (2023). Uso responsable de la inteligencia artificial en estudiantes universitarios: Una mirada reconoética. *Revista Boletín Redipe*, 12(9).
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial intelligence for

- student assessment: A systematic review. *Applied Sciences*, 11(12), 5467. <https://doi.org/10.3390/app11125467>
- Guaña, J., & Chipuxi, L. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en la ética y la privacidad de los datos. *Reciamuc*, 7, 923–930.
- Herrera, L., & Muñoz, D. (2017). Inteligencia artificial y lenguaje natural. *Lenguas Modernas*, 19, 157–165. <https://lenguasmodernas.uchile.cl/index.php/LM/article/view/45790>
- Hinojo-Lucena, F.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M.-P., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Artificial intelligence in higher education: A bibliometric study on its impact in the scientific literature. *Education Sciences*, 9(1), 51. <https://doi.org/10.3390/educsci9010051>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790.
- Mariño, S., & Primorac, C. (2016). Propuesta metodológica para desarrollo de modelos de redes neuronales artificiales supervisadas. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 6, 231–245. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1654/1569>
- Maslej, N., Fattorini, L., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ligett, K., Terah, L., Manyika, J., Niebles, J. C., Parli, V., Shoham, Y., Wals, R., Clark, J., & Perrault, R. (2023). *The AI Index 2023 annual report*. Stanford University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.03715>
- McGrath, C., Cerratto, T., Juth, N., & Palmgren, P. J. (2023). University teachers' perceptions of responsibility and artificial intelligence in higher education—An experimental philosophical study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100139.
- Miailhe, N., & Lannquist, Y. (2018). Un desafío de gobernanza mundial. *Integración & Comercio*, 44, 218–231. <https://intal-lab.iadb.org/algoritmolandia/10.php>
- Ocaña, Y., & Valenzuela, L. (2018). *La gestión del conocimiento y gobernanza: Mejores gobiernos, ciudadanos felices*. Fondo Editorial UCV.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536–568. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- OpenAI. (2023). *ChatGPT* (versión del 1 de julio de 2023) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>
- OpenAI. (2024). *ChatGPT* (versión octubre de 2024) [Large language model]. <https://chat.openai.com/chat>
- Ortega Barba, D. C. F. (2010). Tecnología educativa: La formación del profesorado en la era de Internet. *Revista de la Educación Superior*, 39(156), 115–118. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602010000400009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602010000400009)

- Pablos Pons, J. D., Sancho Gil, J. M., Litwin, E., Ávila Muñoz, P., Coll Salvador, C., Mauri Majós, M. T., et al. (2009). *Tecnología educativa: La formación del profesorado en la era de Internet*. Aljibe.
- Rainer, J. J., & Rodríguez, L. (2019). Perspectiva histórica y evolución de la inteligencia artificial. En *La inteligencia artificial aplicada a la defensa* (pp. 17–38). Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Ramos, L. (2014). Psicología cognitiva e inteligencia artificial: Mitos y verdades. *Avances en Psicología*, 22(1), 21–27. <http://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/270>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1), 342–363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Saavedra, B. (2016). Inteligencia estratégica en un mundo globalizado en Latinoamérica: Retos y desafíos en el siglo XXI. *Revista Policía y Seguridad Pública*, 5(2), 75–105. <https://doi.org/10.5377/rpsp.v5i2.2326>
- Suarez Gómez, J. (2023). El futuro de la educación superior: Una mirada desde la inteligencia artificial. *Fedumar. Pedagogía y Educación*, 10(1), 109–117. <https://doi.org/10.31948/rev.fedumar10-1.art-10>
- Tinoco-Plasencia, C. J. (2023). Empleo de la inteligencia artificial en la educación universitaria: Una revisión sistemática. *PAIDEIA XXI*, 13, 359–375.
- Tomalá, M. A., Benites, E. M., Cachinelli, C. G., & Caicedo, E. V. (2023). Incidencias de la inteligencia artificial en la educación. *RECIMUNDO*, 7, 238–251.
- Vera, F. (2023). Integración de la inteligencia artificial en la educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4, 17–34.
- Verma, M. (2018). Artificial intelligence and its scope in different areas with special reference to the field of education. *International Journal of Advanced Educational Research*, 3(1), 5–10.
- Wang, Y. (2021). Physical education teaching in colleges and universities assisted by virtual reality technology based on artificial intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*, 1–11.
- Xie, Y. (2022). Artificial intelligence-based online education system for university music. *Security and Communication Networks*, 4, 1–13.
- 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, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhang, F. (2022). Design and application of artificial intelligence technology-driven education and teaching system in universities. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 1–10.

Zhu, H. (2022). Analysis of university education management based on artificial intelligence. *Security and Communication Networks*, 1–11.

# **EL AULA DIGITAL: ENTRE LA AMENAZA Y LA OPORTUNIDAD PARA LA DOCENCIA**

María Gabriela Lorenzo – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina  
Darío Genovese – Instituto de Enseñanza Superior Simón Bolívar, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

La expansión acelerada de la inteligencia artificial (IA) en múltiples esferas de la vida plantea interrogantes fundamentales sobre el futuro de la educación. Este capítulo reflexiona sobre el impacto de la IA en la enseñanza de las ciencias experimentales y naturales, proponiendo que, lejos de sustituir al docente, la tecnología demanda una resignificación de su rol como mediador crítico y creativo.

El texto presenta un ensayo crítico basado en una revisión bibliográfica seleccionada por su relevancia conceptual y actualidad en torno al uso de IA en la educación científica. A partir de este corpus, se argumenta en torno a los principales debates, dilemas éticos y tensiones emergentes que suscita la incorporación de estas tecnologías en las aulas. Lejos de intentar ofrecer respuestas definitivas, se propone una lectura situada de la problemática que permita enriquecer la reflexión docente y contribuir a delinear posibles agendas educativas e investigativas para la enseñanza de las ciencias en el nivel superior con proyecciones al nivel medio.

El recorrido incluye una breve introducción histórica, seguida de un análisis conceptual, ejemplos específicos y una conclusión que enfatiza el rol docente en la integración tecnológica.

Las preguntas que guían este ensayo son: ¿Qué tensiones éticas, pedagógicas y políticas emergen en torno a la incorporación de la inteligencia artificial en la educación científica?

¿Cómo se posiciona el rol docente ante estos desafíos? ¿Qué elementos deberían considerarse prioritarios en las agendas educativas e investigativas del presente?

Con base en estos interrogantes, se proponen los siguientes objetivos para avanzar en la reflexión conjunta con el lector:

Analizar críticamente los discursos en torno a la IA en la educación, especialmente en el campo de las ciencias experimentales.

Identificar aportes, riesgos y controversias actuales que afectan las prácticas de enseñanza.

Proponer ejes de reflexión que orienten futuras líneas de investigación y desarrollo educativo.

La metodología adoptada corresponde a un enfoque ensayístico, sustentado en una revisión

bibliográfica de carácter no sistemático. La selección de fuentes se realizó considerando su actualidad, relevancia conceptual y pertinencia en relación con los debates sobre IA y educación. Este enfoque se nutre también de la trayectoria de la autora como docente universitaria e investigadora en didáctica de las ciencias, lo que le permite articular distintas perspectivas disciplinarias con experiencias concretas de enseñanza, investigación y participación institucional. Esta perspectiva situada busca contribuir a una reflexión crítica, comprometida con los desafíos contemporáneos de la educación científica.

## IA, METÁFORAS Y DISPUTAS POR EL SENTIDO

Si llegara el día en que, al ser consultados por aquello que nos hace realmente humanos, ya no pudiéramos responder “seleccionar todas las imágenes con semáforos”, la humanidad no sería la misma. Hoy se les pide a las máquinas que hagan cosas de humanos e incluso se las reviste con figuras antropomórficas para que sean a nuestra imagen y semejanza. Aunque no todas las personas se involucran activamente en estos procesos, de un modo u otro, todas participan. Por ejemplo, muchos no son conscientes de que, al completar los famosos “captcha” para demostrar que no son un robot, están alimentando programas y entrenándolos para parecer cada vez más humanos (Seijó, 2020).

Centrando la atención en el ámbito educativo, la incorporación de nuevas tecnologías ha sido históricamente un proceso complejo y mucho más lento en comparación con el ritmo de adopción tecnológica en la sociedad en general. En cada época, las normas culturales tienden a sostener ciertos principios morales que, con frecuencia, son invocados sin la reflexión crítica necesaria para analizar las implicancias éticas de las decisiones individuales y colectivas que se toman ante cada cambio.

En cuanto al uso de herramientas de inteligencia artificial en la educación superior, Sabzalieva y Valentini (2023) identifican varios cuestionamientos éticos que reflejan más un temor generalizado que un análisis profundo del fenómeno, como es el caso del plagio estudiantil, actualmente referido como integridad académica, la privacidad de los datos y la falta de regulación. En muchos casos, la respuesta institucional ha sido la prohibición inmediata y el rechazo del recurso, actitud comparable a la resistencia inicial que hubo a la hora de introducir la calculadora científica en las aulas universitarias.

En escenarios fluidos y con incertidumbre constante como los actuales (Baugman, 2006), las discusiones educativas suelen centrarse en el comportamiento estudiantil, asumiendo en los alumnos una predisposición a la deshonestidad académica, escasas competencias y falta de motivación. Este enfoque deja fuera del análisis un amplio espectro de factores sociales, políticos, institucionales y económicos que interactúan estrechamente con las posibilidades reales de aprendizaje. Por ello, se vuelve indispensable el acompañamiento docente para reconfigurar estrategias pedagógicas frente a estas nuevas herramientas y realidades.

Respecto del tema de la privacidad, no puede negarse que el acceso y la exposición de datos personales han aumentado enormemente en una sociedad crecientemente digitalizada. La información individual, muchas veces desorganizada y escasamente controlada, alimenta desde hace años un vasto big data, incluso desde antes de la llegada de la IA. En este contexto, resulta imprescindible reflexionar sobre la necesidad de adaptarse a este nuevo orden social, basado en el intercambio y el procesamiento masivo de datos, o bien resistirse a él, aun cuando dicha resistencia pueda no prosperar.

Como otras tecnologías, la IA ha sido diseñada para atender intereses particulares de determinados círculos, aunque se presente como un artefacto neutral y sin valores propios (Balmaceda, Schleider y Pedace, 2021). Suponer que su desarrollo responde a fines altruistas orientados a construir una sociedad más justa es ingenuo. Por el contrario, tiende a perpetuar y profundizar desigualdades, ampliando la distancia entre quienes acceden a ella y quienes no. Aun así, las normas éticas y morales tienden a reconfigurarse con el tiempo, transformando también la cultura social. Por tanto, revisar la definición contemporánea de privacidad y anticiparse a sus futuras configuraciones se vuelve necesario (Pettitt, 2013). Evaluar la realidad actual exige una perspectiva que trascienda los códigos culturales de la era de Gutenberg (McLuhan, 1996), donde prevalecían valores como individualidad, originalidad y estabilidad, que contrastan con la lógica digital basada en rediseño, apropiación y recontextualización comunitaria.

## DE TURING A CHATGPT: TRAYECTORIAS DE UNA TECNOLOGÍA TRANSFORMADORA

El término “inteligencia artificial” fue acuñado en 1956 durante la Conferencia de Dartmouth por John McCarthy, quien la definió como un dominio formal de estudio. Desde entonces, la IA se consolidó como un subcampo de la informática, con un desarrollo gradual a lo largo de décadas. Su presencia actual no representa un avance repentino, sino el resultado de años de investigación, inversión y desarrollo tecnológico.

Los primeros antecedentes teóricos pueden rastrearse en los trabajos de Alan Turing a mediados del siglo XX. Turing planteó la posibilidad de crear máquinas capaces de imitar el pensamiento humano, conceptualizando la idea de una “máquina universal” y proponiendo el célebre “test de Turing” para evaluar si una máquina puede exhibir un comportamiento indistinguible del de un ser humano (Yébenes, 2024).

Estas ideas dieron lugar, tiempo después, al desarrollo de sistemas avanzados como Deep Blue, la supercomputadora de IBM que venció al campeón de ajedrez Garry Kasparov en 1997 (Moreno Padilla, 2019). Ese hito marcó el inicio de una nueva era: las máquinas comenzaron a optimizarse por sí mismas, dejando de depender exclusivamente de bases de datos predefinidas.

El aprendizaje profundo (deep learning), como técnica de aprendizaje automático (machine

learning), permite que los sistemas reconozcan patrones y extraigan características a partir de grandes volúmenes de datos. Las redes neuronales profundas, inspiradas metafóricamente en el cerebro humano, procesan la información en múltiples capas, permitiendo avances significativos en el reconocimiento visual, auditivo, el procesamiento del lenguaje natural y la toma de decisiones autónoma (Zawacki-Richter et al., 2019).

Es importante destacar el papel de las metáforas en este campo. Aunque la IA no posee neuronas ni conciencia, el uso de términos como “inteligencia” o “red neuronal” facilita la comprensión de estos sistemas complejos y orienta el desarrollo conceptual y técnico del área (Ciapuscio, 2011).

Una revisión de las publicaciones recientes entre 2019 y 2023 muestra un crecimiento exponencial en el desarrollo de aplicaciones que simulan procesos cognitivos humanos como el razonamiento, el aprendizaje y la resolución de problemas (Sambola, 2023). Estos avances sustentan la actual expansión de la IA generativa y de modelos de lenguaje como ChatGPT, con implicancias cada vez más relevantes para la educación científica.

## BRECHAS, GRIETAS Y DESAFÍOS PARA LA EQUIDAD

En los medios masivos de comunicación, se observa una expansión explosiva de recursos, aplicaciones, cursos y accesos vinculados a la inteligencia artificial. Incluso, muchas instituciones gubernamentales o médicas requieren que determinados servicios estén disponibles en teléfonos móviles mediante aplicaciones específicas. Sin embargo, tal como señalan Navarrete-Cazales y Manzanilla-Granados (2023), este avance no se distribuye de manera equitativa. En el contexto latinoamericano, resultan particularmente relevantes tres de los siete desafíos que estos autores identifican.

El primero remite al aislamiento social, posible consecuencia del uso intensivo y exclusivo de tecnologías digitales, especialmente en poblaciones con acceso limitado a entornos presenciales. Durante la pandemia de COVID-19, esta situación tuvo efectos negativos evidentes sobre la vida comunitaria y el desarrollo de habilidades cognitivas y lingüísticas (Castellanos-Páez et al., 2022; Reyes-Zambrano y Vegas-Meléndez, 2024).

El segundo desafío se relaciona con el impacto ambiental del despliegue de la IA. Aunque existe bibliografía que destaca sus posibles beneficios para la sostenibilidad (Wang, Li y Li, 2024), también hay evidencias que señalan el consumo energético elevado de los grandes servidores y el entrenamiento de modelos complejos. Según datos recientes (Planveta, 2024), el entrenamiento de un solo modelo de IA puede generar emisiones equivalentes a las de cinco automóviles durante toda su vida útil.

El tercer aspecto pone en evidencia las crecientes desigualdades sociales y económicas en el acceso a estas tecnologías. La promesa de una “IA para todos” choca con las realidades de

pobreza estructural y exclusión digital que afectan a grandes sectores de la población mundial. En este contexto, el Objetivo de Desarrollo Sostenible, ODS 4 de la Agenda 2030 de la ONU —“garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” — parece cada vez más distante.

En el campo de la educación científica, estas tensiones se traducen en dos conceptos clave: la brecha digital y la brecha cognitiva (Larraz-Rada, 2021). La primera se refiere a la falta de acceso a dispositivos y conectividad; la segunda, a la dificultad para usar de forma crítica y significativa los recursos digitales disponibles. Superar estas brechas requiere más que infraestructura: implica desarrollar capacidades reflexivas, éticas y pedagógicas que acompañen la incorporación crítica de la IA en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Navarrete Radilla y Paz Sánchez, 2024).

La equidad y la inclusión deben estar en el centro de toda estrategia educativa relacionada con la IA. Solo desde allí será posible que sus frutos, en términos de innovación y conocimiento, puedan alcanzar a todas las personas, más allá de su contexto socioeconómico, geográfico o cultural (UNESCO, 2024).

En estos escenarios, la ingeniería de prompts se ha vuelto esencial en el trabajo con modelos de lenguaje generativo como ChatGPT. Los prompts son las instrucciones textuales, visuales o de otro tipo con las que nos comunicamos con un modelo de IA para que nos devuelva una respuesta. Deben ser formulados con precisión, especificando el contexto y concisión para optimizar el desempeño de estos modelos. Este proceso de diseño de instrucciones es estudiado y aplicado en diversas áreas de la educación, dada su relevancia en las interacciones con modelos de IA.

La inteligencia artificial generativa (IAg), como campo de la IA que se enfoca en crear sistemas que puedan generar nuevos contenidos, se beneficia de los Large Language Models (LLM) o grandes modelos de lenguaje, basados en arquitecturas de redes neuronales tipo transformer a partir de complejos algoritmos caracterizados por reconocer el texto humano en su el lenguaje natural, y a partir del conjunto masivo de información compilado como bases de datos, también es capaz de generar texto que parece humano (Dungca, 2023). Un ejemplo prototípico es el ChatGPT (acrónimo Chat Generative Pre-trained Transformer). Este es un chatbot inteligente creado por Open AI en 2022 OpenAI (<https://chat.openai.com/>) que ayuda a automatizar tareas y está diseñado para brindar respuestas naturales y fluidas al usuario mediante técnicas de aprendizaje y refuerzo (García-Peñalvo, 2024, Vera, 2023).

## **HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS APLICADAS A LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS**

En el campo de las ciencias naturales y experimentales se han desarrollado múltiples herramientas tecnológicas que resultan útiles tanto en la práctica profesional como en la

enseñanza. Estas tecnologías permiten enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, facilitando la comprensión de conceptos complejos, promoviendo la interacción y adaptando contenidos a distintos niveles y estilos de aprendizaje.

Entre estas herramientas, el proyecto EDIA (Estereotipos y Discriminación en Inteligencia Artificial, <https://huggingface.co/spaces/vialibre/edia>) de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, es un recurso que permite explorar sesgos en modelos de lenguaje mediante un enfoque interseccional, lo cual repercute en los análisis de datos de las ciencias sociales.

Por otro lado, aplicaciones como Teachable Machine de Google (<https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image>) ofrecen un entorno accesible para crear modelos de aprendizaje automático que pueden clasificar imágenes, sonidos y posturas. En el área de biología, esta herramienta permite, por ejemplo, identificar fases de la mitosis y la meiosis en células, lo cual redunda en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos complejos mediante el análisis de imágenes. En el Instituto Tecnológico de Buenos Aires, se ha desarrollado una aplicación que emplea algoritmos de IA para analizar imágenes de resonancia magnética y determinar distintos grados de Alzheimer, ofreciendo un avance significativo que optimiza el tiempo de diagnóstico y facilita la cuantificación de información relevante en entornos médicos y educativos.

Otra herramienta relevante es iTutor, un tutor virtual desarrollado por el grupo One Million Bot (Pedreño-Muñoz et al. 2024). Esta plataforma permite la personalización del aprendizaje, guiando al estudiante mediante mapas conceptuales, redes de contenido y cuestionarios de autoevaluación que se adaptan a su nivel de comprensión y progreso. De este modo, el aprendizaje adaptativo y el desarrollo de la autonomía se ven facilitados en un entorno monitoreado por el docente.

Resulta innegable que los sistemas basados en IA se han integrado en nuestra vida cotidiana a través de una amplia variedad de aplicaciones y usos, lo que requiere indudablemente, la necesidad de adquirir nuevas habilidades técnicas, sociales y creativas (Celik, 2023; Or y Chapman, 2022).

En el ámbito educativo, la IA está impactando en todos los niveles educativos (Díaz y Delgado, 2024, Dignum, 2021;) mediante la introducción de innovadoras herramientas tecnológicas (Alqahtani et al., 2023).

En particular, las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática), que incluyen áreas como la Química, la Física y la Biología, están explorando cómo la IA puede potenciar su enseñanza (Nagaraj et al., 2023; Nuangchaleerm, 2023; Park et al., 2023; Vasconcelos y dos Santos, 2023; Xu y Ouyang, 2022). Mientras el acceso, distribución y uso de la IA se han popularizado entre estudiantes y docentes, su influencia se extiende al desarrollo del propio conocimiento científico (Chiu y Li, 2023; Erduran, 2023). Se ha reportado el uso de ChatGPT

en asignaturas STEM para el desarrollo de competencias de aprendizaje en los estudiantes (Rodríguez Almazán et al., 2023).

Complementariamente, otras investigaciones sugieren que los docentes de STEM podrían estar más inclinados a adoptar IA (Ayanwale y Sanusi, 2023) que aquellos de otros campos disciplinares.

Un estudio reciente sobre las creencias de profesores universitarios españoles acerca del uso de la inteligencia artificial generativa mostró claramente su correlación con los modelos de enseñanza y la preocupación por la calidad de los aprendizajes de los estudiantes (Cabellos, de Aldama y Pozo, 2024). No obstante, las investigaciones basadas en datos acerca de las percepciones sobre IA en educación STEM están en pleno desarrollo (Smith-Mutegi, Mamo, Kim, et al., 2025).

En este sentido, la incorporación de IA en la educación no es meramente técnica, sino profundamente política y pedagógica. Su implementación exige revisar prácticas, renovar criterios de evaluación y replantear el vínculo entre saberes disciplinares y contextos de enseñanza. La reflexión sobre estas tecnologías debe acompañarse siempre de una mirada situada, que reconozca las condiciones reales del sistema educativo y las necesidades concretas de docentes y estudiantes.

## **EL ROL DOCENTE Y EL AULA DIGITAL COMO ESCENARIO PEDAGÓGICO**

El vertiginoso avance de la IA, entendida como un sistema computacional que apoya la inteligencia humana en el uso de su capacidad cognitiva y conocimiento para resolver problemas y realizar diversas actividades, tiene un impacto significativo en la educación superior (Chan y Hu, 2023). Este impacto se manifiesta en áreas como la evaluación del aprendizaje (Hooda et al., 2022; Medina Lloret et al., 2022) y la incorporación de chatbots en entornos educativos (Cooper, 2023; Sabzalieva y Valentini, 2023).

Las tecnologías digitales, biodigitales e inteligencia artificial, incluido ChatGPT y otros chatbots, forman parte de la Cuarta Revolución Industrial (4IR) y están transformando significativamente la educación y la gestión de recursos humanos (Nam y Bai, 2023).

Sin embargo, a pesar de que la tecnología ha revolucionado el aprendizaje, siguen siendo los docentes los actores centrales y primordiales en el diseño e implementación de estas herramientas en el aula. La incorporación de la inteligencia artificial en el entorno educativo plantea importantes dilemas éticos y desafíos, entre los cuales destacan la privacidad de datos, los derechos de autor y la equidad en el acceso a estas tecnologías. La alfabetización mediática e informacional (AMI), promovida por la UNESCO, es una habilidad clave para enfrentar estos desafíos, ya que proporciona a los estudiantes herramientas para interactuar de manera crítica con la información y los medios digitales.

La adopción de IA en educación ofrece entonces, nuevas oportunidades y desafíos, que exigen una evaluación crítica de su influencia en la pedagogía, la ética y la sociedad en su conjunto (Núñez-Michuy et al., 2023).

Aunque los estudiantes hayan incorporado con gran naturalidad, la IA (Falebita y Kok, 2024, Navarrete Radilla y Paz Sánchez, 2024) a sus prácticas sociales (Mamo et al., 2024) y educativas, los profesores aún se muestran más reticentes para usarla en su enseñanza (Paz- Saavedra, Gisbert Cervera y Usart-Rodríguez, 2022, Uygun, 2024). Por eso, en los contextos educativos, la IA está impactando en todos los niveles educativos (Díaz y Delgado, 2024, Dignum, 2021) mediante la introducción de innovadoras herramientas tecnológicas (Alqahtani et al., 2023). De esta manera, se están explorando diversas aplicaciones de la IA en el ámbito educativo, incluyendo la personalización del aprendizaje, la evaluación automatizada, la tutoría inteligente y la detección temprana de problemas de aprendizaje. En consecuencia, debido al gran desarrollo de nuevas aplicaciones, la IA se ha convertido en una herramienta valiosa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje (González-González, 2023).

El concepto de aula digital hace referencia a un entorno de aprendizaje donde convergen diversas herramientas tecnológicas para facilitar el acceso, la interacción y la personalización del aprendizaje, tanto en modalidad presencial como virtual (Almeida-Zambrano, 2021, Suárez-Guerrero y Barberá-Gregori, 2021).

En un aula digital, los estudiantes y docentes utilizan plataformas en línea, aplicaciones interactivas, dispositivos digitales, y recursos multimedia para enriquecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Estos entornos suelen incluir elementos como pizarras interactivas, dispositivos móviles, y software educativo que permite la colaboración en tiempo real y el acceso a materiales de aprendizaje a cualquier hora y lugar. Asimismo, estas aulas pueden incluir sistemas de gestión del aprendizaje (Learning Management Systems, LMS) para el monitoreo de la comunicación entre estudiantes y docentes, el seguimiento del progreso y la evaluación del rendimiento. Estos espacios han funcionado exitosamente en diferentes instancias de capacitación y actualización de profesores en servicio (Lorenzo, 2023).

La creación de un aula digital busca no solo trasladar los contenidos tradicionales al formato digital, sino también promover una enseñanza más interactiva y adaptable, en la que los estudiantes puedan desarrollar habilidades digitales, colaborar con sus compañeros y acceder a materiales que refuerzan sus conocimientos de manera autónoma. Este entorno también permite el uso de inteligencia artificial para personalizar la educación, adaptando contenidos y actividades a las necesidades individuales de cada estudiante.

En definitiva, la actualización y capacitación de los equipos docentes es el camino a seguir para propiciar el diseño y la implementación de secuencias didácticas (Reza Flores y Guemez

Peña, 2024) que incorporen de forma pedagógicamente fundamentada, el uso de IA y otras tecnologías digitales con el fin de promover mejores aprendizajes en sus estudiantes.

Sin embargo, a pesar de que la tecnología ha revolucionado el aprendizaje, siguen siendo los docentes los actores centrales y primordiales en el diseño e implementación de estas herramientas en el aula. La incorporación de la inteligencia artificial en el entorno educativo plantea importantes dilemas éticos y desafíos, entre los cuales destacan la privacidad de datos, los derechos de autor y la equidad en el acceso a estas tecnologías.

#### Conclusiones y propuestas para una agenda educativa crítica

La pandemia global aceleró la integración de tecnologías digitales en el aula, revelando tanto su potencial transformador como sus limitaciones (Castellanos-Páez et al., 2022, Pérez Echeverría, Cabellos y Pozo, 2025, Reyes-Zambrano y Vegas-Meléndez, 2024). En este nuevo escenario, la incorporación de la inteligencia artificial en contextos educativos se ha vuelto ineludible, especialmente en el campo de la educación científica. Frente a esta realidad, resulta urgente promover una reflexión crítica, ética y pedagógica que permita orientar su implementación desde una perspectiva situada y equitativa.

A lo largo de este ensayo se han revisado diferentes dimensiones del problema: las metáforas que configuran nuestro imaginario sobre la IA, su historia y evolución tecnológica, los dilemas éticos y ambientales que conlleva, las brechas socioeconómicas que amplifica y las oportunidades concretas que ofrece para enriquecer la enseñanza de las ciencias.

A modo de cierre, se proponen algunos ejes que podrían guiar futuras agendas educativas e investigativas:

- Interdisciplinariedad y convergencia de saberes: articular los aportes de la pedagogía, la neurociencia, la informática y la ética para comprender el impacto de la IA en los procesos educativos.

Algoritmos transparentes y explicabilidad en la IA: promover el desarrollo y uso de herramientas cuyo funcionamiento pueda ser comprendido por docentes y estudiantes.

El papel de los datos en la IA educativa: asegurar políticas claras sobre la privacidad, recolección, almacenamiento, soberanía y uso de datos educativos.

Atención a la diversidad: diseñar entornos digitales adaptativos que respondan a distintos estilos y ritmos de aprendizaje.

Adaptación a diversos estilos de aprendizaje: atender a la Equidad en el acceso con el fin de reducir las brechas digitales y cognitivas que limitan la apropiación efectiva de la IA por parte de docentes y estudiantes.

Sostenibilidad ambiental: considerar el impacto ecológico del desarrollo y uso masivo

de modelos de IA.

Desarrollo de pensamiento crítico y resiliencia digital: formar sujetos, tanto estudiantes, docentes e investigadores, capaces de discernir entre información confiable y desinformación, incluso cuando proviene de sistemas inteligentes.

Evaluación empírica de impactos: generar evidencia sobre la eficacia real de las tecnologías en distintos contextos educativos.

Desde la experiencia acumulada, se reconoce que ninguna tecnología es neutra ni suficiente por sí sola. La IA puede convertirse en una aliada poderosa para mejorar la enseñanza de las ciencias, pero su impacto dependerá de las decisiones pedagógicas, institucionales y políticas que se tomen en torno a ella. En definitiva, más que reemplazar la tarea docente, la IA nos interpela a reimaginarla. Tal como advierten Navarrete-Cazales y Manzanilla-Granados (2023):

*“... para trabajar con IA es importante contar con un bagaje sobre el tema de consulta. La IA es una herramienta que ahorra tiempo, facilita los caminos, pero no es infalible y no debe aconsejarse que la utilicen personas sin conocimiento en el tema que se consulta, ya que la información que aporta debe ser considerada siempre con reserva.” (p. 93).*

El futuro de la educación científica no será tecnológico o humano: será profundamente híbrido. El desafío es, entonces, que esta hibridez esté guiada por principios de justicia cognitiva, inclusión y compromiso ético con la formación de ciudadanos capaces de comprender y transformar el mundo que habitan.

Como conclusión, es posible prever que el desarrollo de herramientas como la IA se expandirá eventualmente por toda la sociedad, de manera similar a la adopción de la lectura y la escritura. Con el tiempo, muchos de los desafíos éticos actuales habrán sido superados, aunque probablemente nuevas tecnologías exclusivas de ciertos sectores abrirán nuevas discusiones y reflexiones, perpetuando un proceso de cuestionamiento constante que es, quizás, una de las pocas características esenciales de la humanidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida-Zambrano, E. E. (2021). Educación digital y TICs. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual “ALCON”*, 1(1). <https://soeici.org/index.php/alcon/article/view/17/35>

Alqahtani, T., Badreldin, H. A., Alrashed, M., Alshaya, A. I., Alghamdi, S. S., Bin Saleh, K., Alowais, S. A., Alshaya, O. A., Rahman, I., Al Yami, M. S., & Albekairy, A. M. (2023). The emergent role of artificial intelligence, natural learning processing, and large language models in higher education and research. *Research in Social and Administrative Pharmacy*. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2023.102201>

- org/10.1016/j.sapharm.2023.05.016
- Ayanwale, M. A., & Sanusi, I. T. (2023). Perceptions of STEM vs. non-STEM teachers toward teaching artificial intelligence. En *2023 IEEE AFRICON* (pp. 1–5). IEEE.
- Balmaceda, T., Schleider, T., & Pedace, K. (2021). Bajo observación: Inteligencia artificial, reconocimiento facial y sesgos. *ArtefaCToS. Revista de Estudios de la Ciencia y la Tecnología*, 10(2), 21–43. <https://doi.org/10.14201/art20211022143>
- Bauman, Z. (2006). *Vida líquida*. Paidós.
- Cabellos, B., de Aldama, C., & Pozo, J.-I. (2024). University teachers' beliefs about the use of generative artificial intelligence for teaching and learning. *Frontiers in Psychology*, 15, 1468900. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1468900>
- Castellanos-Páez, V., Abello-Correa, R., Gutiérrez-Romero, M. F., Ochoa-Angrino, S., Rojas-Ospina, T., & Taborda-Osorio, H. (2022). Impacto de la pandemia en el aprendizaje: Reflexiones desde la psicología educativa. *Praxis y Saber*, 13(34), 210–244. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n34.2022.14532>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Chiu, T. K. F., & Li, Y. (2023). How can emerging technologies impact STEM education? *Journal for STEM Education Research*, 6, 375–384. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>
- Ciapuscio, G. (2011). De metáforas durmientes, endurecidas y nómadas: Un enfoque lingüístico de las metáforas en la comunicación de la ciencia. *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 187(747). <https://doi.org/10.3989/arbor.2011.747n1010>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Díaz, B., & Delgado, C. (2024). Artificial intelligence: Tool or teammate? *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.21993>
- Dignum, V. (2021). The role and challenges of education for responsible AI. *London Review of Education*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.01>
- Dungca, P. A. P. (2023). The incorporation of large language models in the field of education: Ethical possibilities, threats, and opportunities. En L. Moutinho, L. Cavique, & E. Bigné (Eds.), *Philosophy of artificial intelligence and its place in society* (pp. 78–97). IGI Global.
- Erduran, S. (2023). AI is transforming how science is done: Science education must reflect this

- change. *Science*, 382, eadm9788. <https://doi.org/10.1126/science.adm9788>
- Falebita, O. S., & Kok, P. J. (2024). Artificial intelligence tools usage: A structural equation modeling of undergraduates' technological readiness, self-efficacy and attitudes. *Journal for STEM Education Research*. <https://doi.org/10.1007/s41979-024-00132-1>
- García-Peña, F. J. (2024). Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 25, e31942. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
- González-González, C. S. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Revista Curriculum*, 36, 51–60. <https://doi.org/10.25145/j.curricul.2023.36.03>
- Hooda, M., Rana, C., Dahiya, O., Rizwan, A., & Hossain, M. S. (2022). Artificial intelligence for assessment and feedback to enhance student success in higher education. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 5215722. <https://doi.org/10.1155/2022/5215722>
- Larraz-Rada, V. (2021). De la brecha digital a la brecha cognitiva. En A. Quintas & C. Latorre (Eds.), *Tecnología y neuroeducación desde un enfoque inclusivo* (pp. 17–28). Octaedro.
- Lorenzo, M. G. (2023). Experiencias transformadoras en la formación de docentes universitarios de ciencias de la salud. En C. Miranda, J. M. Medina, V. Maltrain, & C. García (Eds.), *Desarrollo profesional docente en diversos contextos latinoamericanos: Perspectivas desde actores involucrados*. FONDECYT.
- Mamo, Y., Crompton, H., Burke, D., & Nickel, C. (2024). Higher education faculty perceptions of ChatGPT and the influencing factors: A sentiment analysis of X. *TechTrends*. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00954-1>
- McLuhan, M. (1996). *Comprender los medios de comunicación: Las extensiones del ser humano*. Paidós.
- Medina Lloret, C., Hernández González, A., & Díaz Raboso, D. (2022). Sistemas y recursos educativos basados en IA que apoyan y evalúan la educación. *IAeñTM, Instituto Tecnológico Virtual*. <https://doi.org/10.21428/39829d0b.4bd0b28b>
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información (RITI)*, 7(14), 260–270.
- Nagaraj, B. K., Kalaivani, A., Begum, S., Akila, S., & Sachdev, H. K. (2023). The emerging role of artificial intelligence in STEM higher education: A critical review. *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation*, 5(5), 1–19. <https://doi.org/10.54392/irjmt2351>
- Nam, B. H., & Bai, Q. (2023). ChatGPT and its ethical implications for STEM research and higher education: A media discourse analysis. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00452-5>
- Navarrete Radilla, M. Y., & Paz Sánchez, J. A. (2024). Las necesidades sociales y académicas de los estudiantes de bachillerato en un entorno de la modalidad híbrida. *RIDE. Revista*

- Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 14(28), e632. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1835>
- Navarrete-Cazales, Z., & Manzanilla-Granados, H. M. (2023). Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación. *Perfiles Educativos*, 45(Especial), 87–107. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61693>
- Nuangchaler, P. (2023). AI-driven learning analytics in STEM education. *International Journal of Research in STEM Education*, 5(2), 77–84. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v5i2.1596>
- Núñez-Michuy, C. M., Agualongo-Chela, L. M., Vistin Vistin, J. M., & López Quincha, M. (2023). La inteligencia artificial en la pedagogía como modelo de enseñanza. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 8(2), 120–135. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2932>
- Or, C., & Chapman, E. (2022). Development and validation of an instrument to measure online assessment acceptance in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 977–997. <https://doi.org/10.1111/bjet.13180>
- Park, J., Teo, T. W., Teo, A., Chang, J., Huang, J. S., & Koo, S. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: Teachers' experiences and views. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00454-3>
- Paz-Saavedra, L. E., Gisbert Cervera, M., & Usart-Rodríguez, M. (2022). Competencia digital docente, actitud y uso de tecnologías digitales por parte de profesores universitarios. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 63, 93–130. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91652>
- Pedreño Muñoz, A., González Gosálbez, R., Mora Illán, T., Pérez Fernández, E. D. M., Ruiz Sierra, J., & Torres Penalva, A. (2024). *La inteligencia artificial en las universidades: Retos y oportunidades*. Grupo 1 Million Bot. <https://d66z.short.gy/izakDX>
- Pérez Echeverría, M., Cabellos, B., & Pozo, J.-I. (2025). The use of ICT in classrooms: The effect of the pandemic. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13124-w>
- Pettitt, T. (2013). The privacy parenthesis: Gutenberg, *homo clausus* and the networked self. MIT8 post-conference version. <https://web.mit.edu/comm-forum/legacy/mit8/papers/TomPettitt%20Paper.pdf>
- PLANVETA. (2024, 1 de septiembre). La inteligencia artificial y su impacto en la emisión de CO<sub>2</sub>: Un desafío para el futuro. PLANVETA. <https://www.planveta.com.ar/es/y-ahora-que/la-inteligencia-artificial-y-su-impacto-en-la-emision-de-co2-un-desafio-para-el-futuro/>
- Reyes-Zambrano, J. L., & Vegas-Meléndez, H. J. (2024). Impacto de la pandemia de COVID-19 en la educación superior: Análisis de la eficacia de la educación híbrida. Revisión sistemática. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 8(15), 57–98. <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/494>
- Reza Flores, R. A., & Guemez Peña, M. A. (2024). Aprendizaje basado en modelización asistido con inteligencia artificial en las ciencias naturales: Propuesta de intervención neurodidáctica.

- Práxis Educativa*, 19, 1–19. <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v19.22722.011>
- Rodríguez Almazán, Y., Parra-González, E. F., Zurita-Aguilar, K. A., Mejía Miranda, J., & Bonilla Carranza, D. (2023). ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. *ReCIBE. Revista Electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 12(1), C5–C12. <https://doi.org/10.32870/recibe.v12i1.291>
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). *ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido*. UNESCO.
- Sambola, D. M. (2023). Inteligencia artificial en la educación: Estado del arte. *Wani. Revista del Caribe Nicaragüense*, 39(79). <https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16806>
- Seijó, P. (2020). Yo no soy un robot: Reflexiones sobre inteligencia artificial y sociedad mediante el ejemplo de los “captcha”. *Tecnología y Sociedad*, 9, 37–54. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/10961>
- Smith-Mutegi, D., Mamo, Y., Kim, J., et al. (2025). Perceptions of STEM education and artificial intelligence: A Twitter (X) sentiment analysis. *International Journal of STEM Education*, 12(9). <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00527-5>
- Suárez-Guerrero, C., & Barberá-Gregori, E. (2021). Evaluación de la educación digital y digitalización de la evaluación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 33–40. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331466109007/331466109007.pdf>
- UNESCO. (2024). *Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación*. <https://www.unesco.org/es/articles/guia-para-el-uso-de-ia-generativa-en-educacion-e-investigacion>
- Uygun, D. (2024). Teachers' perspectives on artificial intelligence in education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4(1), 931–939. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.005>
- Vasconcelos, M. A. R., & dos Santos, R. P. (2023). Enhancing STEM learning with ChatGPT and Bing Chat as objects to think with: A case study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2296. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13313>
- Vera, F. (2023). Integración de la inteligencia artificial en la educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17–34. <https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/84>
- Wang, Q., Li, Y., & Li, R. (2024). Ecological footprints, carbon emissions, and energy transitions: The impact of artificial intelligence (AI). *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 1043. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03520-5>
- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: A systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- Yébenes, J. A. V. (2024). Alan Turing y el origen de la inteligencia artificial: La superación de la intuición. *Naturaleza y Libertad. Revista de Estudios Interdisciplinares*, 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>

[org/10.24310/nyl.18.2024.19496](https://doi.org/10.24310/nyl.18.2024.19496)

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, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

# ANÁLISIS DE EXPLICACIONES SOBRE FENÓMENOS FÍSICOS DADAS POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Carla Inés Maturano – Universidad Nacional de San Juan, Argentina  
Carina Alejandra Rudolph – Universidad Nacional de San Juan, Argentina  
Daniela Paola Quiroga – Universidad Nacional de San Juan, Argentina  
Sebastián Valverde – Universidad Nacional de San Juan, Argentina

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de explicaciones científicas basadas en teorías y modelos para dar cuenta de un fenómeno específico es una parte central de la ciencia (National Research Council, 2012). Por esto, las explicaciones juegan un rol protagónico en la educación científica. Inicialmente, la mayoría de las explicaciones en la ciencia escolar se basan en eventos que son visibles e inequívocos; sin embargo, más adelante al avanzar en el sistema educativo, las explicaciones se vuelven gradualmente más complejas ya que requieren del uso de relaciones basadas en el razonamiento lógico, en relaciones de causa y efecto, en relaciones condicionales y en principios abstractos o teóricos (Veel, 2000).

En Física, cuando los estudiantes universitarios responden por escrito en las clases preguntas que involucran explicaciones, hemos encontrado en estudios anteriores dificultades para: identificar y explicitar los principios teóricos que ataúnen al problema planteado, integrar la teoría en la explicación y expresar adecuadamente las relaciones causales (Maturano, Soliveres y Rudolph, 2015).

Los estudiantes en ocasiones no logran obtener por sí solos una respuesta adecuada a partir de sus saberes cuando resuelven un problema o deben responder una pregunta. En esos casos buscan ayuda ya sea en el docente o en asistentes virtuales de enseñanza. En este sentido, las aplicaciones de Inteligencia Artificial (en adelante, IA) basadas en grandes modelos lingüísticos han captado la atención en el mundo académico a través de herramientas accesibles al público que pueden ofrecer comentarios instantáneos a consultas por parte de los usuarios referidas a resolución de problemas o respuesta a preguntas (Liang et al., 2023).

A pesar del amplio debate público sobre las herramientas de IA, sigue siendo limitada la investigación empírica sobre sus oportunidades y riesgos en el ámbito educativo (Küchemann et al., 2023). En relación con la resolución de situaciones que involucran el uso de ecuaciones matemáticas, la mayoría de los trabajos de investigación se centran en la resolución de problemas matemáticos en el nivel de la escuela primaria y pocos trabajos apuntan a resolver problemas en disciplinas científicas como la Física (Liang et al., 2023). El objetivo de esta investigación

es analizar las respuestas dadas por herramientas de IA de acceso libre a preguntas de Física extraídas de libros de texto universitarios cuyas respuestas involucran explicaciones.

## MARCO TEÓRICO

El análisis de los textos que se leen y producen en las clases de ciencias requiere de una teoría del lenguaje que permita comprender los sistemas de significación utilizados en las disciplinas. Consideramos que la Lingüística Sistémico-Funcional (en adelante LSF) es un enfoque lingüístico adecuado ya que concibe al lenguaje como un recurso para construir e interpretar significados en contextos sociales e intenta mostrar cómo la organización del lenguaje se relaciona con su uso (Halliday, 1978; Halliday y Martín, 2005; Halliday y Matthiessen, 2014). Específicamente, en los últimos treinta años, investigadores pertenecientes a la denominada Escuela de Sydney desarrollaron la Teoría de Género de la LSF que estudia las características generalizables de los textos, es decir, cómo están estructurados los géneros y los recursos lingüísticos necesarios para construir los significados (Veel, 2000; Halliday y Martin, 2005; Martin y Rose, 2008; Rose y Martin, 2012).

Desde esta perspectiva, el género se relaciona con la organización de la información y se define como una configuración recurrente de significados que representan las prácticas sociales de una cultura dada (Martin y Rose, 2008). Estos autores, basándose en un gran número de investigaciones tanto propias como de colegas, han concluido que la ciencia interpreta el mundo natural mediante generalizaciones sobre entidades y procesos. Por lo tanto, distinguen cuatro familias de géneros que caracterizan a la ciencia: informes, que describen el mundo natural; explicaciones, que se centran en cómo o por qué suceden los procesos naturales; procedimientos, que instruyen sobre cómo realizar una secuencia de actividades; recuentos de procedimientos, que interpretan y recuentan lo observado.

A los fines de esta investigación nos centraremos en las explicaciones. Martin y Rose (2008) indican que la ciencia intenta explicar cómo o por qué ocurren los fenómenos mediante varios tipos de explicaciones, algunos de los cuales abordamos aquí:

- **Secuencial:** se centra en una secuencia simple de eventos entre los cuales se da una relación causal obligatoria. Por lo general, se explican secuencias de actividades observables que suceden regularmente; sin embargo, este tipo de explicaciones varía ampliamente según el fenómeno en cuestión.
- **Factorial:** explica un evento o eventos en base a múltiples factores contribuyentes. Las relaciones entre los eventos son causales o temporales.
- **De consecuencia:** se focaliza en un evento simple que puede tener dos o más consecuencias simultáneas en el mundo natural.
- **Condicional:** explica fenómenos cuyos efectos pueden ser diferentes dependiendo de

condiciones variables. Las condiciones en su totalidad especifican la generalización del fenómeno.

Las explicaciones se organizan según la siguiente estructura esquemática: comienzan especificando el evento o fenómeno, y luego sigue una secuencia que lo explica, es decir, la etapa de explicación. Las explicaciones presentan realizaciones léxico-gramaticales específicas, algunas de las cuales se dan en todos los casos (como el uso de procesos nominalizados y verbos de acción en tiempo presente), y otras que son específicas de cada tipo de explicación. Así, las realizaciones léxico-gramaticales (grupos nominales, grupos verbales, frases preposicionales, cláusulas y/o conectores textuales) específicas en las explicaciones secuenciales son las que hacen referencia a secuencia temporal (por ejemplo: primero, un segundo paso, posteriormente, entre otras); en las explicaciones factoriales son las que hacen referencia a causas (por ejemplo: debido a, la causa de, porque, entre otras); en las explicaciones de consecuencia son las que hacen referencia a consecuencias (por ejemplo: en consecuencia, en efecto, entre otras) y, en las explicaciones condicionales son las que hacen referencia a condiciones (por ejemplo: si, cuando, entre otras).

En el marco de la LSF, otros autores (Tang, 2015; Tang y Putra, 2018) han diseñado una estrategia de instrucción que fue ideada para ayudar a los estudiantes a construir explicaciones. Según Tang (2015) una parte importante de la práctica científica es la capacidad de crear explicaciones lógicas y coherentes basadas en principios científicos. La estrategia diseñada lleva el nombre de PRO por sus siglas en inglés (P: Premise=Premisa; R: Reasoning=Razonamiento, y O: Outcome=Resultado). La Premisa de una explicación es la base de la misma. Ésta proporciona el punto de partida para el razonamiento o la teorización posterior y consiste en una generalización o hecho conocido que tiene status de “ley” en tanto es aceptado en la comunidad, por lo que no requiere más elaboración o justificación en el contexto de la explicación. Una vez que se establece una premisa, la siguiente parte de la explicación es el proceso de Razonamiento que consiste en una serie de pasos lógicos unidos por conjunciones causales, temporales, comparativas o condicionales. Eventualmente, estas secuencias de razonamiento conducen al Resultado del fenómeno que se está explicando a través de una conclusión o idea final de cierre. Tang y Putra (2018) establecen una conexión con las explicaciones planteadas por Martin y Rose (2008) arriba mencionadas, indicando que la etapa de la explicación corresponde en el modelo PRO a la etapa del Razonamiento.

Tal como se expresó en la sección anterior, la respuesta a preguntas que involucran explicaciones pueden ser generadas por una persona o por modelos de IA. El desarrollo de modelos de lenguaje basados en IA, como ChatGPT o Gemini, abre nuevas posibilidades para el aprendizaje y la enseñanza ya que están diseñados para dar respuestas naturales y fluidas al usuario a través del chat. El chat genera salidas en función de la solicitud, utilizando un modelo entrenado previamente a partir de un gran corpus de datos (Big Data) obtenido de

Internet. Esto implica que puede adaptarse a diferentes situaciones e interacciones para brindar al usuario una experiencia más personalizada y efectiva. Los usuarios hacen preguntas en lenguaje natural, las cuales el chat responde de manera conversacional generando textos coherentes y contextualmente situados en respuesta a preguntas o instrucciones bien construidas (Vera, 2023). Asimismo, el autor destaca que una de las ventajas del chat es la de personalizar la experiencia de aprendizaje de cada estudiante de manera eficaz y atractiva.

De esta manera, los chatbots pueden ofrecer respuestas complejas y sofisticadas a las preguntas del usuario ya que entran sus algoritmos para sintetizar la información de miles de millones de tokens extraídos de Internet y otras fuentes por lo que su uso para realizarle consultas en lenguaje natural los convierte en una herramienta valiosa para la educación y la investigación. Los chatbots son, por lo tanto, muy prometedores para reducir o incluso eliminar muchas de las tareas cotidianas, pero no sustituyen la comprensión y el pensamiento crítico humanos por lo que su uso en educación debe evaluarse cuidadosamente (Molina y Cordero, 2023), ya que pueden surgir dificultades en las respuestas que justifican la necesidad de vigilar la escritura apoyada por la IA y de advertir a los estudiantes de cuestionarse acerca de las respuestas obtenidas (Maturano, Rudolph y Valverde, 2024).

Los beneficios de los chatbots, como ChatGPT, para aprender Física se relacionan con varios aspectos: ofrecen retroalimentación inmediata, están disponible las 24 horas del día y los 7 días de la semana, ofrecen un aprendizaje interactivo y adaptativo, y crean un ambiente de aprendizaje seguro eliminando el miedo al juicio (Liang et al., 2023). Sin embargo, estos autores también advierten que, a pesar de sus numerosos beneficios, se deben considerar principalmente como un recurso suplementario que complementa a otros métodos de enseñanza como los libros de texto o las clases. Asimismo, sugieren utilizar la IA desde una perspectiva equilibrada, considerando las sutilezas de los temas avanzados y el valor de la interacción y la orientación humana en el proceso educativo.

## METODOLOGÍA

En esta investigación analizamos desde el punto de vista de la LSF y desde el punto de vista disciplinar de la Física las explicaciones dadas por la IA cuando gestionamos respuestas a diferentes preguntas planteadas en libros de texto de nivel universitario. Consideramos una muestra de preguntas que involucran diferentes explicaciones, las cuales formulamos de manera directa a dos herramientas de IA que son de uso corriente para los estudiantes universitarios en el contexto en que se realizó este estudio. Seleccionamos estas herramientas puesto que admiten preguntas en lenguaje natural como las que se suelen hacer a los estudiantes en clase para que expliquen fenómenos físicos, optando por la versión gratuita ofrecida por:

- Chat GPT: sistema de chat basado en el modelo de lenguaje por IA, desarrollado por la empresa OpenAI.

- Gemini: modelo multimodal de IA creado por Google.

Analizamos en detalle las respuestas proporcionadas para cada pregunta por ambas herramientas, obtenidas por un mismo usuario en el mismo día y horario de consulta. Cabe destacar que no describimos las posibles modificaciones de las respuestas ante las repreguntas del usuario puesto que escapa al objetivo del estudio que exponemos en esta oportunidad.

Para esto, escogimos preguntas planteadas únicamente en lenguaje verbal (la muestra no incluye preguntas que contengan imágenes en su formulación) en libros de texto de uso frecuente en la universidad (Giancoli, 2008; Serway y Jewett, 2008, 2015; Young y Freedman, 2018). Estas preguntas se proponen como cuestiones para el análisis por parte de los estudiantes y no son respondidas de modo explícito en cada libro de texto, por lo que son potencialmente aptas para ser consultadas por los estudiantes a la IA. Seleccionamos una muestra de cuatro preguntas, cada una de las cuales apunta a una respuesta de diferente género. En la Tabla 1 presentamos los enunciados de las preguntas seleccionadas, la fuente y el género esperado de la respuesta.

ENUNCIADO DE LA PREGUNTA	TIPO DE EXPLICACIÓN
<p><b>Pregunta 1:</b> Cuando acampa en un cañón en una noche serena, un campista nota que tan pronto como el sol golpea los picos circundantes, comienza a sentirse una brisa. ¿Qué causa la brisa?</p> <p>Serway y Jewett (2008, p. 579)</p>	<p><b>EXPLICACIÓN SECUENCIAL</b></p> <p>La respuesta debería explicar cómo ocurre una brisa de valle estructurada como una secuencia simple de eventos entre los cuales se da una relación causal y temporal obligatoria.</p>
<p><b>Pregunta 2:</b> Una varilla cilíndrica tiene una resistencia R. Si su longitud y diámetro se triplican, ¿cuál será su resistencia en términos de R?</p> <p>Young y Freedman (2018, p.840)</p>	<p><b>EXPLICACIÓN FACTORIAL</b></p> <p>La respuesta debería explicar cómo se modifica la resistencia de la varilla al realizar cambios en algunos de los factores contribuyentes (longitud, diámetro).</p>
<p><b>Pregunta 3:</b> Usted carga un capacitor de placas paralelas, lo quita de la batería y evita que los alambres conectados a las placas entren en contacto. Cuando aumenta la separación de las placas, cada una de las siguientes cantidades: (a) aumenta, (b) disminuye o (c) permanece igual? (i) C. (ii) Q. (iii) E entre las placas. (iv) diferencia de potencial V entre las placas.</p> <p>Serway y Jewett (2015, p. 800)</p>	<p><b>EXPLICACIÓN DE CONSECUENCIA</b></p> <p>La respuesta debería explicar cuáles son las consecuencias de aumentar la separación entre las placas de un capacitor previamente cargado y luego desconectado de una batería.</p>
<p><b>Pregunta 4:</b> Cuando un objeto en caída libre incrementa su velocidad, ¿qué pasa a su aceleración, aumenta, disminuye o permanece igual? a) Ignore la resistencia del aire. b) Considere la resistencia del aire.</p> <p>Giancoli (2008, p. 43)</p>	<p><b>EXPLICACIÓN CONDICIONAL</b></p> <p>La respuesta debería explicar el comportamiento de la aceleración de un objeto en caída dependiendo de dos condiciones: sin resistencia del aire y con resistencia del aire.</p>

Tabla 1: Preguntas de la muestra.

En este trabajo analizamos las respuestas a las preguntas de la muestra dadas por ChatGPT y Gemini desde el punto de vista de la LSF y desde el punto de vista disciplinar. Consideramos: (1) la estructura de las explicaciones desde la perspectiva del modelo PRO (Tang, 2016), la cual incluye una Premisa o teoría, un Razonamiento cuya estructura examinamos según el tipo de explicación involucrada teniendo en cuenta los aportes de la Teoría de Género (Martin y Rose, 2008) y un Resultado o conclusión; (2) la adecuación disciplinar, teniendo en cuenta los conocimientos de Física consensuados actualmente por la comunidad científica según se presentan en los libros de texto universitarios.

## RESULTADOS

*En esta sección analizamos en detalle las respuestas obtenidas de ChatGPT y de Gemini para las preguntas seleccionadas. Abordaremos las mismas en el orden en que se presentaron en la Tabla 1. Al analizar la estructura de cada respuesta se han marcado las etapas del modelo PRO (Premisa-Razonamiento-Resultado). Al mismo tiempo, se han identificado los tipos de explicaciones en la etapa de Razonamiento (secuencial, factorial, de consecuencia o condicional). Asimismo, se ha evaluado la adecuación disciplinar de las respuestas.*

Pregunta 1:

A continuación, analizamos las respuestas a la Pregunta 1 dadas por ChatGPT (GPT1) y por Gemini (Gem1), las cuales incluimos en las Figuras 1 y 2, respectivamente.

The screenshot shows a conversation with ChatGPT. The user asks: "Cuando acampa en un cañón en una noche serena, un campista nota que tan pronto como el sol golpea los picos circundantes, comienza a sentirse una brisa. ¿Qué causa la brisa?"

**Premisa**

La brisa que el campista siente cuando el sol comienza a golpear los picos del cañón está relacionada con un fenómeno conocido como brisa de valle o brisa anabática. Este tipo de brisa ocurre debido a la diferencia en el calentamiento entre las áreas altas (como los picos de las montañas) y las áreas bajas (como el fondo del cañón).

**Razonamiento**

Aquí te explico el proceso:

1. Durante la noche: El aire en el valle y en las montañas tiende a enfriarse debido a la falta de radiación solar. El aire frío, siendo más denso, desciende desde las montañas hacia el valle, creando una corriente de aire descendente (brisa de montaña o catabática).
2. Cuando sale el sol: A medida que el sol comienza a calentar los picos de las montañas, el aire en las áreas más altas se calienta primero. El aire caliente es menos denso que el aire frío, por lo que tiende a ascender.
3. Generación de la brisa: El aire más frío en el fondo del valle, al ser más denso y con menos calor, comienza a moverse hacia las áreas más altas para llenar el vacío dejado por el aire caliente que asciende. Este movimiento del aire desde el valle hacia los picos es lo que causa la brisa que el campista siente.

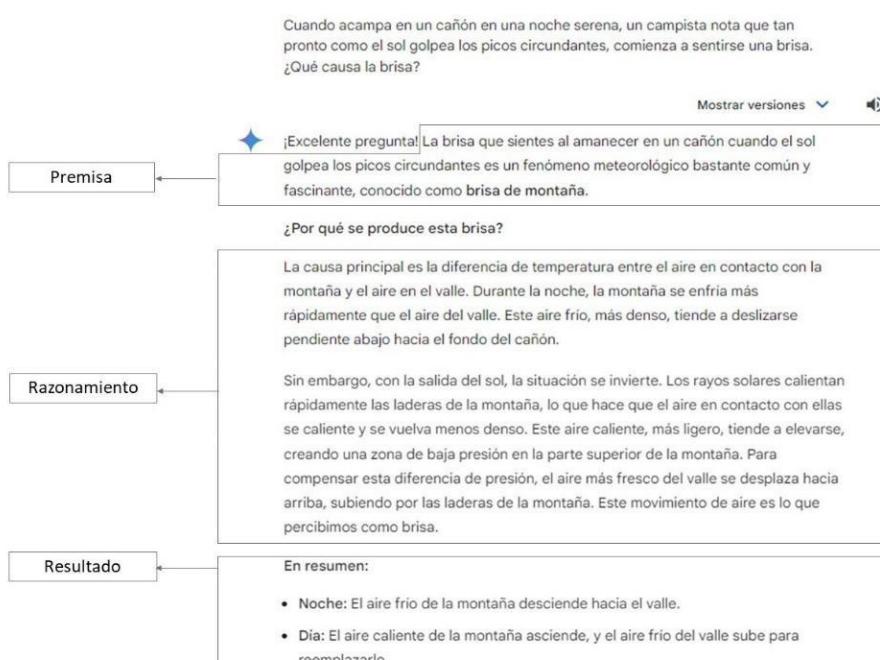
**Resultado**

Este ciclo es común en terrenos montañosos, especialmente en días soleados y noches despejadas, ya que la diferencia de temperatura entre el valle y las montañas es lo que impulsa el movimiento del aire.

Figura 1: Respuesta GPT1 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

En cuanto a la estructura de la respuesta GPT1, detectamos que la misma está organizada según el modelo PRO. En la *Premisa*, se presenta la denominación dada al fenómeno (brisa de valle o brisa anabática) y una generalización sobre la causa de la formación del viento vinculada con la diferencia de temperatura del aire entre las áreas altas y bajas. Esta es la teoría que sustenta la explicación, expresada en forma general. Bajo el enunciado “Aquí te explico el

proceso” comienza el *Razonamiento* que se organiza como una explicación secuencial en la que se explica, mediante una secuencia de eventos conectados temporal y causalmente, cómo se produce la brisa de valle. Cabe destacar el uso de viñetas enumeradas que marca cada una de las tres etapas del proceso (“Durante la noche”, “Cuando sale el sol” y “Generación de la brisa”), las cuales también se resaltan con letra negrita. En la primera etapa, se produce el enfriamiento del aire que rodea las montañas debido a la falta de radiación solar; dicho aire desciende hacia el valle por tener mayor densidad. La corriente de aire frío descendente constituye una brisa (brisa de montaña o catabática) que no es la que se solicita explicar, pero la presencia de aire frío en el valle como consecuencia de este proceso es la etapa previa necesaria para explicar el fenómeno al que hace alusión la pregunta. En la segunda etapa, se calienta el aire situado en las áreas más altas, el cual por ser menos denso tiende a ascender. En la tercera y última etapa se explica la brisa de valle a través de una conexión de ideas que resulta ser confusa y con algunas dificultades a nivel disciplinar. Esto se debe a que: (a) el aire frío situado en el fondo del valle (consecuencia de etapa 1) no es “con menos calor” como se indica en el texto, sino que está a menor temperatura; (b) el aire frío es más denso por lo que su ascenso no debería justificarse en términos de densidad sino de diferencias de presión entre las zonas alta y baja. Distinguimos en esta etapa realizaciones léxico-gramaticales que hacen referencia a una secuencia temporal, tales como: “Durante la noche”, “Cuando sale el sol”, “A medida que”, entre otros, y a causalidad como: “debido a”, “es lo que causa”, entre otros. Finalmente, el *Resultado* expone cuándo (“días soleados y noches despejadas”), dónde (“en terrenos montañosos”), cómo (“a través del movimiento del aire”) y con qué frecuencia (“este ciclo es común”) ocurre el fenómeno. Cabe destacar que esta idea, aporta más información acerca del fenómeno “¿Qué causa la brisa?”, e intenta resumir la causa principal del mismo asociándolo al “movimiento del aire”.



Factores que influyen en la brisa de montaña:

- **Topografía:** La forma del cañón y la altura de las montañas influyen en la intensidad y dirección de la brisa.
- **Radiación solar:** La cantidad de radiación solar que recibe la montaña afecta la rapidez con la que se calienta el aire.
- **Humedad:** La humedad del aire puede modificar el comportamiento de la brisa.

¿Por qué es importante conocer este fenómeno?

Comprender las brisas de montaña es fundamental para diversas actividades, como:

- **Senderismo:** Permite predecir cambios en el clima y elegir la mejor hora para realizar excursiones.
- **Vuelo en ala delta o parapente:** Conocer la dirección y velocidad del viento es esencial para practicar estos deportes de forma segura.
- **Incendios forestales:** Las brisas de montaña pueden influir en la propagación de los incendios.

En conclusión, la brisa que sientes en el cañón al amanecer es un ejemplo de cómo la interacción entre el sol, la topografía y el aire crea patrones climáticos locales fascinantes. ¡Espero que esta explicación te haya sido útil!

¿Te gustaría saber más sobre otros fenómenos meteorológicos?



Figura 2: Respuesta Gem1 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta Gem1 comienza con una apreciación de la pregunta (como “¡Excelente pregunta!”). Luego, sigue la *Premisa* en la que, en primer lugar, se identifica el fenómeno definiéndolo de modo general como “un fenómeno meteorológico bastante común y fascinante” y se indica su denominación “brisa de montaña”. Posteriormente, la respuesta recrea la pregunta formulada y expresa que la causa principal del fenómeno es “la diferencia de temperatura entre el aire en contacto con la montaña y el aire en el valle”. A continuación, se incluye la etapa de *Razonamiento* en la que se despliega una explicación secuencial que involucra las siguientes etapas: (a) durante la noche se enfriá la montaña más rápido que el aire del valle por lo que este aire frío, más denso, desciende; (b) con la salida del sol se calienta la montaña y el aire circundante, más ligero, se eleva y genera una zona de baja presión; (c) debido a la diferencia de presión, el aire frío del valle se desplaza hacia arriba, lo cual constituye la brisa. Desde el punto de vista lingüístico, cabe destacar que para unir las etapas de la secuencia se van recuperando los referentes de ideas anteriores, lo que genera mayor claridad en la explicación. En el siguiente ejemplo incluimos entre paréntesis dichos referentes: “... lo que hace que el aire en contacto con ellas (las laderas de la montaña) se caliente y se vuelva menos denso. Este aire caliente (el aire en contacto con las laderas), más ligero (menos denso)...”. En el Razonamiento encontramos realizaciones léxico-gramaticales que marcan la secuencia temporal como “durante la noche” o “con la salida del sol”, y la causalidad como “lo que hace que”. Bajo el enunciado “En resumen:” destacado en negrita se presenta la respuesta a la pregunta en forma concisa por lo que las etapas marcadas como “Noche” y “Día” (que indican en forma breve cómo se comporta el aire) constituyen

la etapa de *Resultado*. Después de responder la pregunta, se incluye información extra que se relaciona con los factores que influyen en la brisa de montaña y las actividades en las que debería tenerse en cuenta la misma. Para finalizar, presenta a modo de conclusión un resumen de los factores que intervienen en el fenómeno, una expresión de deseo en relación con la utilidad de la información y una pregunta que contacta al usuario para invitarlo a profundizar acerca del tema. En general, en Gem1 surge la presencia de apreciaciones que se refieren a la pregunta (“excelente”), al conocimiento del tema (“importante”) y a los patrones climáticos (“fascinante”). En relación con los aspectos disciplinares, no detectamos ideas que contradigan los puntos de vista consensuados en el ámbito de la Física.

### Pregunta 2:

En las Figuras 3 y 4, analizamos las respuestas dadas por ChatGPT (GPT2) y por Gemini (Gem2) a la Pregunta 2.

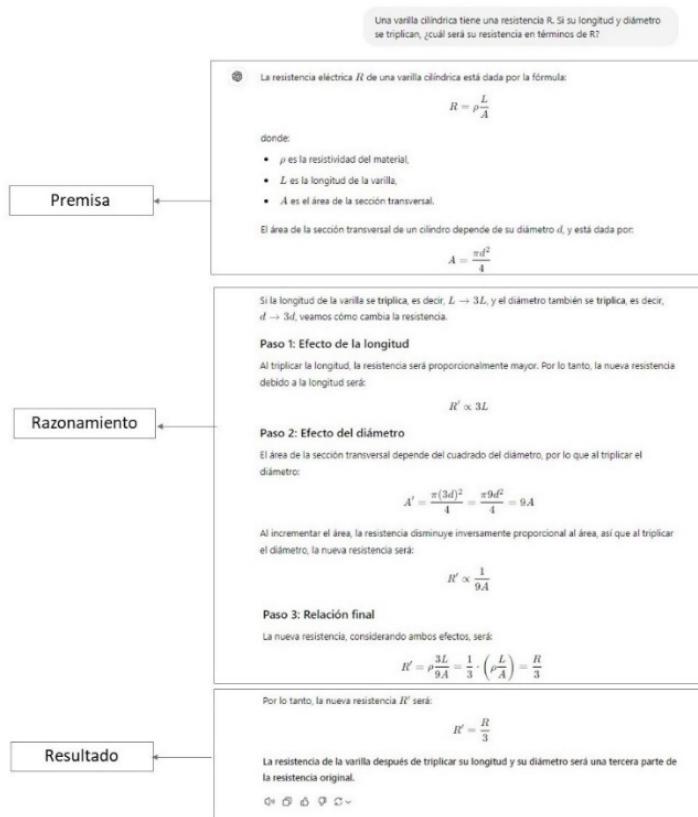


Figura 3: Respuesta GPT2 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta GPT2 comienza enunciando la *Premisa* o teoría en que se encuadra la explicación a través de la ecuación que relaciona las variables de las que depende la resistencia de un alambre cilíndrico por el cual puede circular una corriente eléctrica, indica qué significa cada una de las variables a considerar ( $\rho, L, A$ ) y agrega además la expresión matemática para calcular el área de un círculo (que sería la sección transversal del conductor cilíndrico). La ecuación tiene un formato similar al que suele usarse en los libros de texto de Física. Posteriormente,

sigue la etapa de *Razonamiento* en la que se despliega una explicación factorial. Esta etapa comienza indicando los cambios que se introducen en las variables seguido de la explicación de la influencia de cada una en el nuevo valor de la resistencia  $R'$ . Como “Paso 1” y “Paso 2” se indican los dos factores contribuyentes: la longitud (que se triplica) y el diámetro (que también se triplica). Los pasos se destacan con subtítulos en negrita en los cuales se razona sobre la base de la ecuación presentada en la *Premisa* para cada uno de los factores. En el “Paso 1” se analiza el “efecto de la longitud” y en el “Paso 2” “el efecto del diámetro” en el área de la sección transversal y luego el efecto del área en la resistencia, para concluir expresando la relación de proporcionalidad entre la nueva resistencia  $R'$  y los valores iniciales de las variables  $L$  y  $A$  (que depende de  $d$ ). En el “Paso 3”, se combinan las expresiones obtenidas en los pasos 1 y 2 para encontrar la relación entre la resistencia inicial  $R$  y la nueva resistencia  $R'$  luego de hacer los cambios en las variables. Para esto, se reemplazan esas expresiones en la ecuación inicial. Cabe destacar que la explicación factorial está organizada en diferentes “pasos” de modo tal que se evalúa la influencia de cada factor y luego se combinan los resultados. Se vinculan las ideas en esta etapa de *Razonamiento* a través de marcas lingüísticas de causalidad como “por lo tanto”, “depende de”, “por lo que”, “así que” y “ambos efectos”. Finalmente, se resume la respuesta en la etapa de *Resultado*, comenzando con el conector de consecuencia “Por lo tanto”, incluyendo la ecuación que relaciona la resistencia inicial y final, y resumiendo la influencia de los factores que se modificaron. Desde el punto de vista disciplinar, consideramos adecuada la respuesta dada.

Una varilla cilíndrica tiene una resistencia  $R$ . Si su longitud y diámetro se triplican, ¿cuál será su resistencia en términos de  $R$ ?

[Mostrar versiones](#)

**Premisa**

¡Excelente pregunta! Para resolver este problema, debemos entender cómo la resistencia eléctrica de un conductor depende de su longitud y diámetro.

La resistencia eléctrica de un conductor se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$R = \rho * (L / A)$$

Donde:

- $R$  es la resistencia (en ohmios,  $\Omega$ )
- $\rho$  es la resistividad del material (una propiedad intrínseca del material)
- $L$  es la longitud del conductor (en metros, m)
- $A$  es el área de la sección transversal del conductor (en metros cuadrados,  $m^2$ )

Analicemos cómo cambia cada variable cuando triplicamos la longitud y el diámetro:

- Longitud ( $L$ ): Se triplica ( $L' = 3L$ )
- Diámetro: Se triplica ( $d' = 3d$ ), lo que implica que el radio también se triplica ( $r' = 3r$ )
- Área de la sección transversal ( $A$ ): El área de un círculo es  $A = \pi r^2$ . Si el radio se triplica, el área se multiplica por 9 ( $A' = 9A$ ).

Sustituyendo los nuevos valores en la fórmula de la resistencia:

$$R' = \rho * (L' / A') = \rho * (3L / 9A) = (1/3) * \rho * (L / A)$$

Comparando  $R'$  con  $R$ :

$$R' = (1/3) * R$$

**Razonamiento**

**Resultado** ←

**Conclusión:**

Al triplicar tanto la longitud como el diámetro de la varilla cilíndrica, la resistencia se reduce a un tercio de su valor original.

¿Por qué ocurre esto?

- Aumento de la longitud: Al aumentar la longitud, se incrementa la distancia que deben recorrer los electrones para atravesar el conductor, lo que aumenta la resistencia.
- Aumento del diámetro: Al aumentar el diámetro, se incrementa el área de la sección transversal por la que pueden fluir los electrones, lo que facilita el paso de la corriente y disminuye la resistencia.

En este caso, el efecto del aumento del diámetro es mayor que el efecto del aumento de la longitud, por lo que la resistencia disminuye.

En resumen:

- Aumentando la longitud: La resistencia aumenta.
- Aumentando el diámetro: La resistencia disminuye.

Espero que esta explicación te haya sido útil. Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en consultarme.



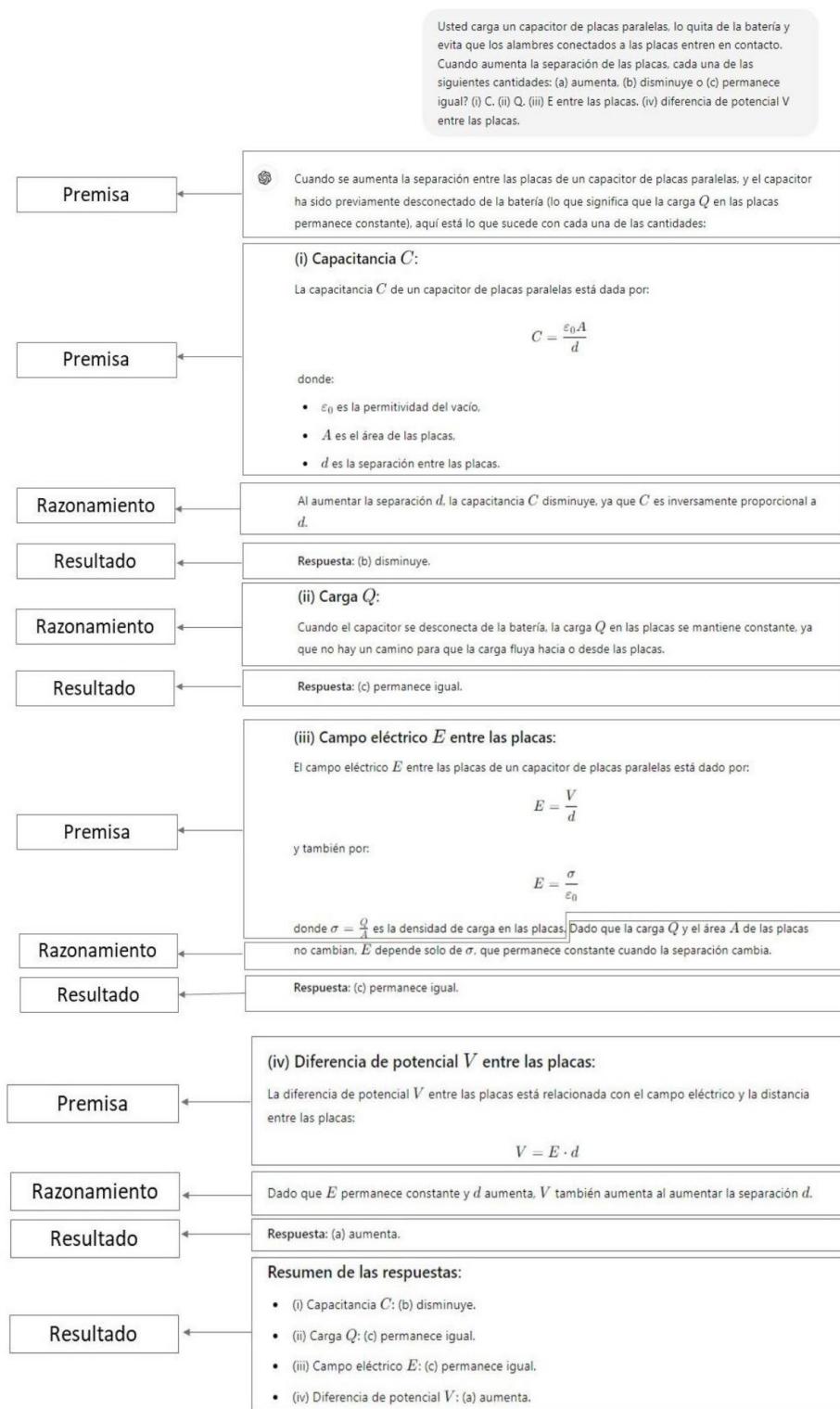
Figura 4: Respuesta Gem2 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta Gem2 está organizada siguiendo el modelo PRO con algunos añadidos. La respuesta comienza con una apreciación de la pregunta (como “¡Excelente pregunta!”). Posteriormente, se incluye la *Premisa* en la que se confirma la dependencia de la resistencia en relación con los dos factores que se modifican (la longitud y el diámetro del conductor), y se presenta la ecuación que vincula las variables en juego (usando un formato diferente al de los libros de texto), se especifican las unidades de medida para algunas variables y se caracteriza la resistividad como una propiedad intrínseca del material. Cabe destacar que en esta etapa no se indica cómo depende el área del diámetro del conductor como en GPT2. La etapa siguiente, el *Razonamiento*, se instancia mediante una explicación factorial que detalla, usando viñetas y letra negrita, los cambios en las variables (o factores contribuyentes) explicitando en detalle los cambios introducidos: un cambio en la “longitud”, un cambio en el “diámetro” (que deriva en la correspondiente modificación del radio del cilindro) y un cambio en el “área de la sección transversal” asociado al cambio en el radio. Luego, se sintetiza la influencia de las modificaciones en cada uno de los factores reemplazando en la ecuación de la resistencia para obtener una ecuación final que vincula  $R$  y  $R'$ . Las marcas lingüísticas propias del género son: “cómo cambia cada variable”, “lo que implica que”. Finalmente, se enuncia la “Conclusión” en un enunciado con el que comienza la etapa de *Resultado*. Primero, se resume la dependencia de las variables de modo cuantitativo, y posteriormente, bajo el título “¿Por qué ocurre esto?”, se considera cualitativamente y a nivel submicroscópico por qué los factores modificados influyen en el valor final de la resistencia y, bajo el subtítulo “En resumen”, se indica el impacto del aumento de la longitud y del diámetro sobre la resistencia.

Por último, se presenta una expresión de deseo en relación con la utilidad de la información y una invitación al usuario a consultar ante la presencia de dudas. Desde el punto de vista disciplinar, se considera adecuada la devolución, dejando como salvedad la denominación modificada de la unidad de resistencia ( $\Omega$ ).

### Pregunta 3:

A continuación, analizamos las respuestas dadas por ChatGPT (GPT3) y por Gemini (Gem3), a la Pregunta 3. Incluimos las mismas en las Figuras 5 y 6, respectivamente.



La respuesta GPT3 comienza con una introducción en la que, si bien no se explicita la teoría necesaria y completa para analizar la dependencia de  $C$ ,  $Q$ ,  $E$  y  $V$  en relación con la separación de las placas, se enuncia algo que debe tenerse muy en cuenta al analizar el fenómeno: la carga  $Q$  entre las placas permanece constante ya que el capacitor, una vez cargado, ha sido desconectado de la batería. Interpretamos esta primera parte como *Premisa* ya que incluye parte de la teoría necesaria para explicar el fenómeno. Las consideraciones teóricas siguientes, que permiten analizar toda la situación planteada, se van presentando al comienzo de cada una de las secciones en que se ha dividido la explicación (que coinciden con los apartados propuestos en la pregunta: i, ii, iii, iv). Así, la respuesta se estructura como una explicación de consecuencia en la que se evalúa cada una de las consecuencias en un apartado diferente. Para el apartado i, referido a la consecuencia de aumentar la separación entre las placas sobre la capacitancia, se incluye la *Premisa* (ecuación que vincula la capacitancia con la permitividad del material, el área de las placas y la separación entre ellas), una etapa de *Razonamiento* en la que se analiza el cambio en  $C$  como consecuencia de un aumento en la separación de las placas  $d$ , y un *Resultado* en el que se elige una de las opciones de respuesta, en este caso la “(b) disminuye” ya que  $C \propto (1/d)$ . Para el apartado ii, referido a la consecuencia de aumentar la separación entre las placas sobre la carga  $Q$  del capacitor, no se incluye una *Premisa* lo cual podría justificarse en la utilización de las ideas ya explicitadas, se presenta un *Razonamiento* indicando la consecuencia sobre la carga  $Q$  del hecho de haber desconectado el capacitor de la batería antes de separar las placas, y una respuesta o *Resultado* que indica que la opción correcta es la “(c) permanece igual”. Para el apartado iii, referido a la consecuencia de aumentar la separación entre las placas sobre el campo eléctrico, se incluye la *Premisa* (ecuaciones que indican la dependencia del campo eléctrico en términos de la diferencia de potencial y de la distancia entre las placas y, por otra parte, de la densidad superficial de carga de las placas que define a continuación y la permitividad dieléctrica del vacío). Sigue con el *Razonamiento* para analizar que el campo no cambia, aunque cambie la distancia entre las placas como consecuencia de que  $\sigma$  es constante; y se presenta un *Resultado* eligiendo la opción “(c) permanece igual” como respuesta. Para el apartado iv, referido a la consecuencia de aumentar la separación entre las placas sobre la diferencia de potencial, se incluye la teoría o *Premisa* que expresa la dependencia entre la diferencia de potencial, el campo eléctrico y la distancia entre las placas para un capacitor, el *Razonamiento* que analiza el cambio de  $V$  como consecuencia del aumento de  $d$  con  $E = \text{cte}$  (situación discutida en el apartado anterior), y una respuesta o *Resultado* en el que opta por “(a) aumenta” puesto que  $V \propto d$ . Finalmente, se presenta un resumen de las respuestas que sintetiza los resultados anteriores por lo que también podría considerarse dentro de la etapa *Resultado* de esta explicación de consecuencia. Cabe destacar que las marcas lingüísticas que se utilizan para conectar las ideas en cada una de las etapas de *Razonamiento* pueden considerarse conectores de causa y no de consecuencia, como se hubiera esperado, ya que se ha invertido el orden causal al

presentarlas. Por ejemplo: “Al aumentar la separación  $d$ , la capacitancia  $C$  disminuye, ya que  $C$  es inversamente proporcional a  $d$ ” en vez de indicar que la capacitancia  $C$  disminuye al aumentar la separación  $d$  como consecuencia de que  $C$  es inversamente proporcional a  $d$ . Desde el punto de vista disciplinar no detectamos dificultades para la respuesta GPT3.

Usted carga un capacitor de placas paralelas, lo quita de la batería y evita que los alambres conectados a las placas entren en contacto. Cuando aumenta la separación de las placas, cada una de las siguientes cantidades: (a) aumenta, (b) disminuye o (c) permanece igual? (i)  $C$ . (ii)  $Q$ . (iii)  $E$  entre las placas. (iv) diferencia ... ▾

[Mostrar versiones](#)

¡Excelente pregunta! Analicemos cada una de las cantidades que mencionas cuando aumentamos la separación de las placas de un capacitor que ya ha sido cargado y desconectado de la batería:

**Premisa**

Recordemos:

- **Capacitancia ( $C$ ):** Es la capacidad de un conductor para almacenar carga eléctrica.
- **Carga ( $Q$ ):** Es la cantidad de carga eléctrica almacenada en cada placa.
- **Campo eléctrico ( $E$ ):** Es la fuerza eléctrica por unidad de carga en un punto del espacio.
- **Diferencia de potencial ( $V$ ):** Es la diferencia de energía potencial eléctrica por unidad de carga entre dos puntos.

Respuesta:

<b>Resultado</b>	(i) <b><math>C</math> disminuye</b> : La capacitancia de un capacitor de placas paralelas es directamente proporcional al área de las placas e inversamente proporcional a la distancia entre ellas. Al aumentar la separación, la capacitancia disminuye.
<b>Razonamiento</b>	(ii) <b><math>Q</math> permanece igual</b> : Ya que el capacitor ha sido desconectado de la batería, no hay una fuente externa que pueda agregar o quitar carga. Por lo tanto, la carga almacenada en las placas se mantiene constante.
<b>Resultado</b>	(iii) <b><math>E</math> disminuye</b> : El campo eléctrico entre las placas de un capacitor es directamente proporcional a la diferencia de potencial y inversamente proporcional a la distancia entre las placas. Como la carga ( $Q$ ) se mantiene constante y la distancia aumenta, el campo eléctrico disminuye.
<b>Razonamiento</b>	(iv) <b><math>V</math> aumenta</b> : Dado que $Q = CV$ , y sabemos que $Q$ permanece constante y $C$ disminuye, la diferencia de potencial $V$ debe aumentar para mantener la igualdad.
<b>Resultado</b>	<b>En resumen:</b>
<b>Razonamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al aumentar la separación de las placas de un capacitor cargado y desconectado de la batería:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacitancia disminuye.</li> <li>• La carga permanece constante.</li> <li>• El campo eléctrico disminuye.</li> <li>• La diferencia de potencial aumenta.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Explicación física:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Capacitancia:</b> Al aumentar la distancia entre las placas, se reduce la fuerza de atracción entre las cargas opuestas, lo que disminuye la capacidad del capacitor para almacenar carga.</li> <li>• <b>Carga:</b> Como no hay una fuente externa de carga, esta se mantiene constante.</li> <li>• <b>Campo eléctrico:</b> Al aumentar la distancia, las líneas de campo eléctrico se extienden más, lo que debilita el campo.</li> <li>• <b>Diferencia de potencial:</b> Para mantener la misma cantidad de carga en las placas, a pesar de la disminución de la capacitancia, debe existir una mayor diferencia de potencial.</li> </ul> <p><b>Ejemplo:</b></p> <p>Imagina un resorte estirado. La fuerza que ejerce el resorte es análoga al campo eléctrico, y la elongación del resorte es análoga a la distancia entre las placas. Si estiras más el resorte (aumentas la distancia), la fuerza que ejerce disminuye, pero la energía almacenada en el resorte (análogo a la energía eléctrica almacenada en el capacitor) aumenta.</p> <p>Espero que esta explicación te sea útil. Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en consultarme.</p>

Figura 6: Respuesta Gem3 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta Gem3 comienza, al igual que se detectó con otras preguntas de la muestra, con

una apreciación de la pregunta (como “¡Excelente pregunta!”) y luego, recupera información dada en el enunciado referida al fenómeno físico que se propone analizar. Después, bajo el subtítulo “Recordemos”, se incluye como *Premisa* una definición cualitativa y bastante general de las magnitudes *C*, *Q*, *E* y *V* sobre las que se pregunta. Luego, se presenta bajo el título “Respuesta” un texto organizado en cuatro apartados que indican el *Resultado* o respuesta corta, optando en cada caso por alguna de las opciones de la pregunta (a, b, c), seguido de un *Razonamiento* en términos de proporcionalidad para cada magnitud física sin incluir ecuaciones. Esta parte de la respuesta está organizada como una explicación de consecuencia en la que se indica primero la consecuencia (*Resultado*) y luego se justifica usando teoría (*Razonamiento*). Las realizaciones léxico-gramaticales propias de este tipo de explicación utilizadas son: “por lo tanto”, “como/dado que (causa), (consecuencia)”. Es importante destacar la presencia de dificultades desde el punto de vista disciplinar. En el apartado (iii), la respuesta está errada tanto por el *Razonamiento* utilizado como por el *Resultado* dado, ya que el campo eléctrico permanece constante y no disminuye como se expresa allí, aunque se aumente la distancia entre las placas. Cabe destacar también, en el apartado (iv), que en vez de razonar en función de lo que ocurre con la distancia entre las placas que es la variable independiente en la situación planteada, se utiliza otro *Razonamiento*, aunque el mismo conduce a idéntica conclusión. Luego, bajo el subtítulo “En resumen” se rescatan los *Resultados* antes señalados organizándolos con viñetas, sin introducir nueva información. Más adelante, bajo el subtítulo “Explicación física”, se esbozan nuevas explicaciones para justificar el comportamiento de la capacitancia, la carga, el campo y la diferencia de potencial, sobre la base de un razonamiento intuitivo con importantes dificultades desde el punto de vista disciplinar como, por ejemplo: “Al aumentar la distancia, las líneas de campo eléctrico se extienden más, lo que debilita el campo”. Después se presenta una analogía bajo el subtítulo “Ejemplo” en la que se compara el campo eléctrico entre las placas con la fuerza en un resorte estirado incurriendo en serias dificultades conceptuales al afirmar que al estirar un resorte la fuerza que ejerce disminuye (siendo que en realidad aumenta según la ley de Hooke) o que la energía almacenada en el resorte es análoga a la energía almacenada en el capacitor (siendo que la primera es directamente proporcional al cuadrado de la deformación del resorte mientras que la energía del capacitor en la situación planteada sería directamente proporcional a la distancia entre las placas). Por último, se presenta una expresión de deseo en relación con la utilidad de la información y una invitación al usuario a consultar otras preguntas.

#### Pregunta 4:

A continuación, analizamos las respuestas a la Pregunta 4 dadas por ChatGPT (GPT4) y por Gemini (Gem4), las cuales incluimos en las Figuras 7 y 8, respectivamente.

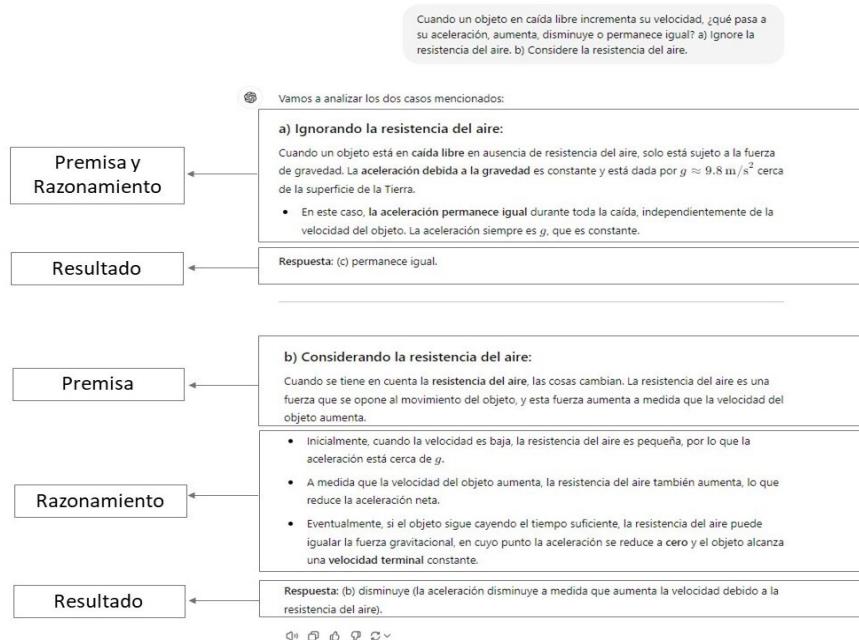


Figura 7: Respuesta GPT4 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta GPT4 está organizada en dos grandes bloques, a los que llama “casos”, correspondientes a las dos condiciones planteadas en la pregunta, por lo que la respuesta puede considerarse como una explicación condicional que presenta resultados para un fenómeno bajo dos condiciones dadas. En el apartado (a) se aborda la condición “Ignorando la resistencia del aire”. En el primero y segundo párrafo se entrelazan la *Premisa* y el *Razonamiento*, puesto que se va indicando la teoría necesaria para explicar el comportamiento de la aceleración (que la fuerza neta es la “fuerza de gravedad”, que la aceleración de la gravedad es constante cerca de la superficie terrestre y su valor) a la vez que se considera y se razona sobre la condición (a). Es importante destacar que se indica que la aceleración permanece igual independientemente de la velocidad del objeto. Una realización léxico-gramatical propia de este género es el uso de construcciones condicionales como “Cuando (condición), (consecuencia)”. El *Resultado* se expone bajo el subtítulo “Respuesta”, indicando que la aceleración “(c) permanece igual” en la caída. Bajo el apartado (b) se aborda la condición “Considerando la resistencia del aire”. En el primer párrafo se repite la condición (b) seguida de la *Premisa* que expone el comportamiento de la fuerza de resistencia del aire en relación con la velocidad del objeto. Luego, organizada en viñetas, se presenta la etapa de *Razonamiento* en la que se analiza la aceleración dependiendo de la velocidad en los siguientes momentos: “Inicialmente, cuando la velocidad es baja”, “A medida que la velocidad del objeto aumenta” y “... si el objeto sigue cayendo el tiempo suficiente... alcanza una velocidad terminal constante”. En cada viñeta se vincula el comportamiento de la resistencia del aire para cada una de estas situaciones indicando su influencia sobre el valor de la aceleración. Las realizaciones léxico-gramaticales características del género que vinculan las ideas son: “cuando”, “por lo que”, “a medida que”, “lo que”, “si”. Finalmente, el *Resultado* figura bajo el subtítulo “Respuesta”, la

cual indica que “(b) disminuye” en referencia a la aceleración. Cabe destacar que, aunque el abordaje disciplinar no es exhaustivo, puesto que no se hacen explícitas las vinculaciones del razonamiento con las leyes de Newton siendo que razona en términos de fuerza, no hallamos dificultades para destacar.

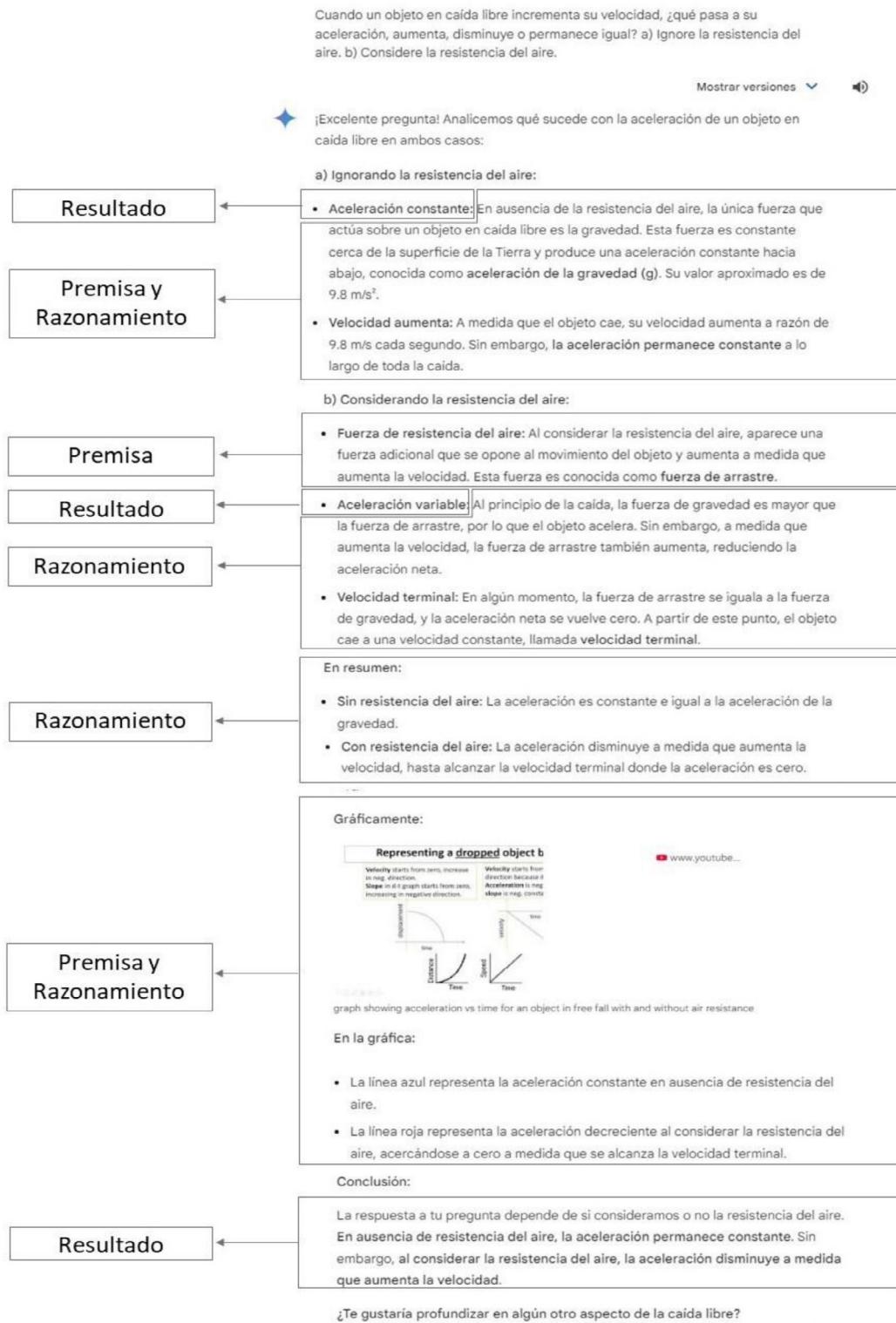


Figura 8: Respuesta Gem4 (Fecha de consulta: octubre, 2024)

La respuesta Gem4 comienza, tal como ocurrió en los casos anteriores, con una apreciación de la

misma como “¡Excelente pregunta!”. Posteriormente, se estructura en dos grandes bloques “a) Ignorando la resistencia del aire” y “b) Considerando la resistencia del aire”, correspondientes a las condiciones planteadas en la pregunta. Para la condición (a), se presenta el Resultado en primer lugar destacado con letra negrita “Aceleración constante”, luego se incluyen la *Premisa* y el *Razonamiento* en forma entrelazada para justificar la respuesta dada. En la segunda viñeta se añade información no solicitada en la pregunta, referida al comportamiento de la velocidad. Para vincular las consecuencias con la condición se usan construcciones como “(Condición), (consecuencia)”. Para la condición (b), se exponen tres viñetas en las que se aborda el comportamiento de: la fuerza de resistencia del aire, la aceleración y la velocidad. En la primera se incluye una *Premisa* que presenta el comportamiento de la fuerza de arrastre. En la segunda viñeta se da un antípico del *Resultado* o respuesta “Aceleración variable”, seguido de un *Razonamiento* en el que se distinguen dos situaciones: “al principio de la caída” y “a medida que aumenta la velocidad”, y se indica qué ocurre en cada caso. En la tercera viñeta se completa el *Razonamiento* abordando el comportamiento en la situación “si el objeto sigue cayendo el tiempo suficiente” en el que se alcanza una velocidad terminal constante y la aceleración es nula. Luego, bajo el subtítulo “En resumen” se presenta nuevamente el *Resultado* estructurado bajo las dos condiciones dadas (indicadas en negrita), reiterando bajo cada condición qué ocurre con la aceleración. Posteriormente, se inserta un link que lleva a un video explicativo en el que se entrelaza *Premisa* y *Razonamiento*, para analizar gráficamente la situación planteada en ambas condiciones. Para la condición (a) la gráfica corresponde a la línea azul y para la condición (b) a la línea roja. Finalmente, bajo el subtítulo “Conclusión”, se reitera el *Resultado* para ambas condiciones, dejando claro que “la respuesta (...) depende de si consideramos o no la resistencia del aire”. Por último, se presenta una invitación al usuario a profundizar sobre algún otro aspecto del tema. El abordaje disciplinar no es exhaustivo, puesto que no se hacen explícitas las vinculaciones del razonamiento con las leyes de Newton siendo que se razona en términos de fuerza, aunque no hallamos dificultades para destacar.

## REFLEXIONES FINALES

Esta investigación nos ha permitido caracterizar las respuestas dadas por Chat GPT y Gemini a cuatro preguntas que involucran diferentes explicaciones en Física. En primer lugar, hemos evaluado si las mismas están estructuradas según el modelo PRO. Encontramos que, si bien en la mayoría de los casos es así, en otros: se entrelazan la *Premisa* y el *Razonamiento*, se anticipa el *Resultado* antes de las etapas anteriores o se repiten las etapas. Cuando esto sucede, consideramos que las explicaciones se tornan confusas y reiterativas. En este sentido, los aportes de la LSF nos han permitido analizar la estructura de las respuestas.

En segundo lugar, hemos analizado en detalle la etapa de *Razonamiento*, examinando cómo se relacionan las ideas según el género de las explicaciones involucradas. En todos los

casos, el género de la explicación brindada por cada una de las herramientas corresponde al de la respuesta esperada desde la investigación en función de la pregunta. Asimismo, las realizaciones léxico-gramaticales encontradas son las propias de cada género. Si profundizamos en la forma de organizar la etapa de *Razonamiento* dependiendo del género, encontramos que: en las explicaciones secuenciales se utilizan viñetas o viñetas enumeradas lo cual facilita la identificación de las etapas de la secuencia; en las explicaciones factoriales se analiza primero en forma independiente cada factor para luego combinar el análisis de su influencia en el fenómeno, lo cual ayudaría al usuario a comprender mejor la contribución de cada uno; en las explicaciones de consecuencia se analiza por separado cada consecuencia razonando desde la teoría para comprender cada efecto; y, en las explicaciones condicionales, se considera cada una de las condiciones por separado y se analizan los efectos.

En cuanto a la adecuación disciplinar, hemos notado en algunas respuestas dadas por ambos recursos la presencia de dificultades a nivel conceptual desde el punto de vista de la Física, por lo que no deberían aceptarse sin cuestionamientos. La presencia de estas ideas, ya sean erróneas o confusas, amerita una reflexión como parte del proceso de abordaje en el aula.

Si comparamos las respuestas dadas por Chat GPT y Gemini entre sí, notamos que la forma de organizar las devoluciones es diferente en términos del modelo PRO al cual se acercan mejor las respuestas dadas por Chat GPT, mientras que en Gemini se incluyen ideas que escapan a dicha estructura (apreciaciones acerca de las preguntas, invitaciones a continuar indagando, comentarios acerca de la frecuencia con que ocurren los fenómenos, la utilidad socio-científica de la respuesta). En ambos casos se destaca el uso de subtítulos y el aprovechamiento de marcas tipográficas como las viñetas o la letra negrita para organizar las respuestas y destacar las ideas más relevantes.

Del análisis de las respuestas de los chatbots a preguntas formuladas en libros de texto, surge la necesidad de instruir al alumnado para vigilar las devoluciones en forma cuidadosa. Sin dudas, estas herramientas constituyen una fuente de consulta y de aprendizaje, pero requieren de una revisión humana como se detecta en esta investigación, en especial cuando se refieren a contenidos de Física avanzados que involucran una especificidad temática y cierto nivel de razonamiento matemático. Como las respuestas de los chatbots son personalizadas, no es posible brindar instrucciones generales para su revisión.

Si bien esta investigación presenta resultados que seguramente irán modificándose con el avance vertiginoso de las herramientas utilizadas, constituiría un aporte para docentes e investigadores interesados en incluir recursos de IA en las prácticas educativas en Física. El análisis realizado permite valorar la utilidad de estas herramientas y, al mismo tiempo, advierte sobre su uso reflexivo en el aula, ya sea para avalar las respuestas, modificarlas parcialmente o detectar inconsistencias y errores junto con los estudiantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giancoli, D. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. 1, 4.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación.
- Halliday, M. A. K. (1978). *Language as a social semiotic: The social interpretation of language and meaning*. Edward Arnold.
- Halliday, M. A. K., & Martin, J. R. (2005). *Writing science: Literacy and discursive power*. Taylor & Francis.
- Halliday, M. A. K., & Matthiessen, C. M. (2014). *Halliday's introduction to functional grammar* (4th ed.). Routledge.
- Küchemann, S., Steinert, S., Revenga, N., Schweinberger, M., Dinc, Y., Ávila, K. E., & Kuhn, J. (2023). Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT. *arXiv preprint*, arXiv:2304.10014.
- Liang, Y., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2023). Exploring the potential of using ChatGPT in physics education. *Smart Learning Environments*, 10, 52. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00273-7>
- Martin, J. R., & Rose, D. (2008). *Genre relations: Mapping culture*. Equinox.
- Maturano, C., Rudolph, C., & Valverde, S. (2025). Análisis de explicaciones sobre fenómenos físicos generadas con IA y su utilidad para favorecer la escritura académica en el nivel universitario. En C. Giordano, G. Morandi, & L. Gallo (Comps.), *Tecnicidades: Más allá de lo instrumental: Enfoques y propuestas pedagógicas en la era digital* (pp. 382–391). Universidad Nacional de La Plata.
- Maturano, C., Soliveres, M. A., & Rudolph, C. (2015). Las explicaciones causales en clases de Física en la universidad. *Revista Enseñanza de la Física*, 27(extra), 175–182. <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/issue/view/1142/showToc>
- Molina, J. A., & Cordero, M. Q. (2023). ChatGPT: La creación automática de contenidos con inteligencia artificial y su impacto en la comunicación académica y educativa. *Desiderata*, 22, 136–142. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8965142.pdf>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=13165](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=13165)
- Rose, D., & Martin, J. R. (2012). *Learning to write, reading to learn: Genre, knowledge and pedagogy in the Sydney School*. Equinox.
- Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. 1, 7.<sup>a</sup> ed.). Cengage.
- Serway, R., & Jewett, J. (2015). *Física para ciencias e ingeniería* (Vol. 2, 9.<sup>a</sup> ed.). Cengage.
- Tang, K. S. (2015). The PRO instructional strategy in the construction of scientific explanations. *Teaching Science*, 61(4), 14–21. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.267344315838250>

- Tang, K. S., & Putra, G. B. S. (2018). Infusing literacy into an inquiry instructional model to support students' construction of scientific explanations. En K. S. Tang & K. Danielsson (Eds.), *Global developments in literacy research for science education* (pp. 281–300). Springer.
- Veel, R. (2000). Learning how to mean—scientifically speaking: Apprenticeship into scientific discourse in the secondary school. En F. Christie & J. R. Martin (Eds.), *Genre and institutions: Social processes in the workplace and school* (pp. 161–195). Continuum.
- Vera, F. (2023). Integración de la inteligencia artificial en la educación superior: Desafíos y oportunidades. *Transformar*, 4(1), 17–34. <https://www.revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/download/84/44>
- Young, H., & Freedman, R. (2018). *Física universitaria con física moderna II* (14.<sup>a</sup> ed.). Pearson Educación de México.

# **PRECISIONES E IMPRECISIONES EMPLEANDO CHATBOTS EN QUÍMICA: PUEDE FALLAR**

Andrea Micaela Monroy – Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

Eduardo Gustavo Reciulschi – Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

Los últimos 20 años han marcado un crecimiento exponencial en el empleo de las herramientas de inteligencia artificial (IA) en educación. Si bien la publicación de trabajos sobre la enseñanza de las ciencias naturales es menor en cantidad a las publicaciones referidas a ciencias de la computación o ciencias sociales (Akhmadieva et al., 2023) estos han crecido en número y diversidad, sobre todo a partir de la pandemia vinculada al COVID-19.

Dentro de los desarrollos en IA que más han avanzado en el campo educativo, pueden citarse: los sistemas de tutoría inteligente (ITS) (VanLehn, 2011), los modelos adaptativos para personalización del aprendizaje (Liu et al., 2020) y las simulaciones y laboratorios virtuales (Ibáñez y Delgado-Kloos, 2018); pero sin duda los más extendidos son los Modelos de Lenguaje (LLM).

Estos modelos de lenguaje están basados en algoritmos diseñados para predecir cuál será la próxima palabra en una oración, y de esta forma generar texto humano de manera coherente (Williams, 2024). Así el interlocutor tiene la sensación de mantener una conversación fluida y de que se le comprende realmente. Los LLM basados en IA (ChatGPT, Meta AI, Copilot) están popularizándose rápidamente entre estudiantes y profesores, fundamentalmente por su facilidad de acceso a través de computadoras de escritorio, *tablets* y teléfonos celulares (ya sea en forma oral o escrita), por su disponibilidad a todas horas y por su capacidad de interacción con el usuario. Estos avances son vistos por algunos sectores como un salto hacia el futuro en la educación, mientras que otros se mantienen escépticos y perciben que las amenazas respecto de posibles pérdidas de ciertas capacidades analíticas en el ámbito educativo son mayores que las oportunidades (Grassini, 2023).

Dentro de las potencialidades de estas herramientas, podrían destacarse:

1. La personalización del aprendizaje: Los LLM pueden adaptar los materiales educativos según el nivel y estilo de aprendizaje de cada estudiante, proporcionando recursos personalizados.
2. La asistencia en tareas: Pueden ayudar a los estudiantes a realizar investigaciones, entender conceptos complejos o incluso generar ideas para proyectos, facilitando el proceso de aprendizaje.
3. Accesibilidad: Los LLM pueden hacer que la educación sea más accesible para estudiantes

con diferentes capacidades, proporcionando apoyo adicional en tiempo real.

4. La creación de contenidos: Pueden ayudar a los educadores a crear materiales didácticos, desde exámenes hasta recursos interactivos, ahorrando tiempo y esfuerzo.
5. Interacción y tutoría: Pueden actuar como tutores virtuales, ofreciendo explicaciones y respondiendo preguntas fuera del horario escolar, lo que refuerza el aprendizaje continuo.
6. Fomento del pensamiento crítico: Al interactuar con estos modelos, los estudiantes pueden aprender a evaluar críticamente la información, lo que es esencial en la era de la sobrecarga de información.

A pesar de los supuestos beneficios que proporcionarían las LLM, también es importante considerar desafíos como la precisión de la información –se trata de herramientas IA narrow, orientadas fundamentalmente hacia el diálogo con el usuario–, la dependencia excesiva de la tecnología y la necesidad de formación adecuada para usar estos recursos de manera efectiva.

Tomando como punto de partida trabajos exploratorios empleando LLM en cursos de química con diversas finalidades (Dos Santos, 2023; Mahroof et al., 2020), así como los estudios que indican la percepción positiva de los estudiantes respecto de su empleo (Schei et al., 2024), es que encaramos el desafío de evaluar algunas de las posibilidades de este tipo de herramientas.

Entendemos que el empleo de herramientas IA tendrá un fuerte impacto en el ámbito laboral a corto plazo, mucho más allá de lo que prevemos hoy. Es por ello que consideramos indispensable para la formación de nuestros estudiantes que puedan incorporar habilidades vinculadas a este tipo de tecnologías y, a su vez, que desarrollen una mirada crítica para interpretar los resultados que esta incorporación lleva.

Estas experiencias contaron con un doble propósito: por un lado, que los estudiantes pudieran aplicar estas herramientas en un entorno y con un fin controlado que fuera más allá de la mera resolución de un problema numérico y, por el otro, verificar las capacidades de herramientas IA que no han sido orientadas específicamente a la enseñanza.

Es así como diseñamos tres actividades de aplicación consistentes con las siguientes estrategias: IA para resolver un problema cerrado, IA para realizar una búsqueda abierta y el empleo de IA como asistente en la redacción de un texto.

Las experiencias fueron realizadas en el marco de la materia Organización de Laboratorios, correspondiente al tercer semestre del plan de estudios de la Tecnicatura Universitaria en Química de la Universidad Nacional de General Sarmiento, una carrera de pregrado de 3 años de duración. La materia se cursa únicamente en el segundo semestre de cada año y suele contar con dos turnos horarios diferentes.

Los contenidos de Organización de Laboratorios están enfocados principalmente al desarrollo de habilidades blandas, indispensables para los profesionales del presente milenio: diseño

y equipamiento de laboratorios, seguridad, manejo de muestras, protocolos de ensayos, sistemas de gestión de la calidad y calidad en las mediciones de laboratorio. En tal sentido, se procura una actualización año a año de las normativas vigentes, así como de la incorporación de nuevos enfoques o metodologías que hagan a la práctica profesional.

Las actividades prácticas asociadas a los contenidos teóricos en general se resuelven en pequeños grupos de 2 o 3 personas, haciendo uso de computadoras, tablets o celulares y utilizando el material bibliográfico que se encuentra disponible en la plataforma Campus Virtual de la universidad. En este contexto, fue tomada la decisión de incorporar 3 actividades que requieran del empleo de herramientas de inteligencia artificial, según las estrategias diseñadas, y ponerlas en práctica con los y las estudiantes del segundo semestre del año 2024, teniendo al inicio de la cursaba 24 inscriptos en cada banda horaria.

## MÉTODOS

### ACTIVIDAD I: LA IA COMO COMPETENCIA EN LA REALIZACIÓN DE UNA TAREA

En esta actividad, se solicitó a la clase la confección de un presupuesto de material de laboratorio para equipar los laboratorios iniciales de química, tarea que realiza habitualmente el personal técnico no docente del área. La consigna incluía además que el presupuesto presentado sea lo más económico posible, seleccionando entre materiales de diferentes marcas y calidades de un mismo proveedor. Paralelamente y sin que el alumnado lo supiera, se empleó ChatGPT para realizar la misma tarea y evaluar de ese modo cuántos grupos podían obtener un presupuesto más bajo que la IA.

### ACTIVIDAD II: LA IA COMO ASISTENTE EN BÚSQUEDAS

Para esta actividad, se solicitó a la clase la búsqueda de normativas nacionales e internacionales (de cualquier institución pública o privada) sobre el muestreo de jabones específicamente. Este ejercicio se realizaba históricamente a través de una búsqueda manual en la web, pero este semestre se solicitó explícitamente el empleo de alguna herramienta de IA, sin ninguna instrucción específica sobre los modos de escritura del prompt. Solo se indicaron las palabras en inglés “sampling” y “soaps” para facilitar la búsqueda y detección de normas en idioma no castellano. Para resolver esta actividad, la gran mayoría optó por el uso de ChatGPT, aunque también hubo algunos pocos estudiantes que eligieron MetaIA.

### ACTIVIDAD III: LA IA COMO ASISTENTE EN LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE LABORATORIO EMPLEANDO MÉTODO ROCE PARA EL PROMPT

En este caso se combinó una actividad experimental con la generación de un documento habitual en el laboratorio como lo es un informe. El trabajo práctico estaba relacionado con la determinación experimental del Kps del Ca(OH)<sub>2</sub> a dos temperaturas diferentes, para luego calcular otras variables termodinámicas ( $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$ ) empleando un procedimiento

basado en la experiencia realizada por Euler, Kirschenbaum y Ruekberg (2000). Al finalizar el trabajo de laboratorio, se debía confeccionar el informe correspondiente con las secciones y apartados discutidos en la clase teórica teniendo en cuenta que para elaborar la introducción o marco teórico la consigna solicitaba utilizar alguna herramienta de IA. Si bien hay distintos métodos para elaborar un prompt adecuado (Tassoti, 2024), sugerimos el método ROCE por ser de fácil implementación (Agirregomezkorta Iza, 2024).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ACTIVIDAD I

El presupuesto por cada cajón de material de laboratorio, para uso dos estudiantes, presentado por ChatGPT fue de \$259; este resultó ser el más económico con relación al presentado por los y las estudiantes en ambas bandas horarias.

En la siguiente tabla se resumen los presupuestos obtenidos por los grupos en cada uno de los turnos y sus diferencias porcentuales respecto del obtenido por ChatGPT (Tabla 1).

Turno 1	Diferencia	Turno 2	Diferencia
\$290,40	12,1%	\$266,09	2,7%
\$299,68	15,7%	\$317,41	22,6%
\$333,10	28,6%	\$321,57	24,2%
\$349,00	34,7%	\$364,00	40,5%
\$351,24	35,6%	\$381,70	47,4%
\$365,84	41,3%	\$392,08	51,4%
\$375,00	44,8%	\$467,46	80,5%
\$403,40	55,8%	\$829,92	220,4%
\$407,70	57,4%	\$969,40	274,3%

Tabla 1: Valorización del material obtenido por cada grupo de ambos turnos y la diferencia porcentual respecto del presupuesto presentado por ChatGPT. Los valores están expresados en dólares estadounidenses.

Este resultado no lo esperábamos, creímos que al menos uno de los grupos obtendría un valor menor al propuesto por el chatbot. Con esto, pudimos corroborar la eficiencia de ChatGPT en cuanto a la resolución de tareas en las que la información es acotada y disponible.

### ACTIVIDAD II

En prácticamente todos los casos, los datos aportados por la IA fueron erróneos, aun alimentando al chatbot con normativas correctas para que tomara como ejemplos.

Los errores detectados fueron principalmente de dos tipos: por una parte, la mención a normas que directamente no existían y, por la otra, la cita de normas existentes que informaba como pertinentes, incluyendo una descripción para reafirmar la selección, pero que en realidad no versaban sobre el tema solicitado.

A continuación, transcribimos a modo de ejemplo el resultado obtenido por uno de los

grupos y el tipo de corrección realizada, indicando si la norma citada tenía existencia real y si efectivamente esta se refería al tema planteado (Tabla 2).

Nº NORMA	Título	¿Existe?	¿Corresponde?
ISO 675:2014 (Normas internacionales)	“Jabones. Muestreo”	SÍ	NO
IRAM 10004:2014 (Argentina)	“Jabones - Toma de muestra y preparación de la muestra para análisis”	NO	NO
ASTM D1129-17 (Estados Unidos)	“Método de prueba estándar para muestreo de jabones”	NO	NO
DIN 53934:2014-06 (Alemania)	“Jabones – Muestreo”	NO	NO
Norma NOM-K- 523-S-1981 (México)	“Método de muestreo para determinar la materia insaponificable en jabones”	SÍ	NO
Norma Mercosur GM/Res. N° 55/04	“Método de muestreo para jabones”	NO	NO
Norma Chile NCh 2243:2014 (Chile)	“Jabones - Muestreo”	NO	NO
Norma KS M 2152:2014 (Corea del Sur)	“Método de muestreo para jabones”	NO	NO
Norma ABNT NBR 14142:2014 (Brasil)	“Jabones - Muestreo”	NO	NO

Tabla 2: Algunos resultados arrojados por la IA obtenidos por un grupo de estudiantes.

Ante esta situación, fueron exploradas diferentes alternativas por parte de los y las estudiantes y docentes:

- a) Se le indicó a la IA que estaba equivocada, informándole que la norma citada en realidad se refería a otro tema. En este caso el chat solo reconoció su error.
- b) Se le indicó a la IA que estaba equivocada, pero dándole información también falsa (por ejemplo, que la norma en cuestión versaba sobre el pH en alimentos), la que tomó inmediatamente como verdadera y hasta profundizó en ese nuevo tema.
- c) Se realizó la misma búsqueda utilizando distintos chatbots (ChatGPT, MetaIA, Copilot). Al obtener un resultado errado, se le preguntó cómo es que arribó a esa norma si no trata sobre el tema pedido. En este caso, se observaron diferencias significativas en las respuestas de los diferentes chatbots, como pedir más tiempo para la búsqueda o comunicar que intentará una búsqueda con nuevas palabras clave con relación al tema.

A pesar de la búsqueda de alternativas, hubo apenas una leve mejoría en las devoluciones realizadas por el chatbot. En todos los casos, estos resultaron muy inferiores comparados

con la realización de la misma actividad empleando un buscador tradicional. Esta última forma de resolución es la que se venía utilizando desde hace más de 6 semestres, y para ese caso los estudiantes solían encontrar normas tanto de Argentina como de varios países de Latinoamérica, muchas europeas y, con menos frecuencia, algunas normas de diversos países de Asia y África.

Estas interacciones fallidas ya han sido reportadas tanto en educación como en otras áreas (Deiana et al., 2023; Leon y Vidhani, 2023) y, ante estas situaciones, una manera de obtener el resultado deseado es volver a preguntar, pero dando más detalles, usar otras palabras claves o poner ejemplos de lo que sí se desea y lo que no. Es decir, guiar a la IA para que pueda encontrar la información que buscamos. Esto supone un usuario que domina el tema de estudio y que posee pensamiento crítico, siendo capaz de discriminar entre un resultado correcto y uno incorrecto. Cabe destacar, que los chatbots hicieron mención a la verificación de la información por parte del usuario o sugirieron páginas web de entidades de normalización reconocidas como posibles lugares de búsqueda donde consultar directamente.

Como se mencionó anteriormente, hasta este punto la manera en que los y las estudiantes formulaban las instrucciones para comunicarse con la IA era libre. Para intentar optimizar las respuestas obtenidas, se utilizó en la siguiente actividad un método determinado para la generación del *prompt*.

### **ACTIVIDAD III**

Dentro de los marcos teóricos realizados por los diferentes grupos, podemos citar la presencia de los siguientes elementos:

- Descripción general de la importancia del  $\text{Ca(OH)}_2$ , a nivel industrial, la ecuación que representa el equilibrio de solubilidad y la expresión de la constante
- Descripción general de la metodología empleada (titulación ácido-base)
- Descripción general de las variables termodinámicas  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  y  $\Delta S^\circ$

Solo en algunos casos se encontraron menciones a la relación entre las variables, las cuales son centrales para el desarrollo del trabajo (por ejemplo, las ecuaciones de Gibbs y de Gibbs-Helmholtz). En un único trabajo pudo verificarse la articulación de estos elementos en un discurso coherente empleando solo herramientas IA. En los otros casos, resultó claro que la articulación fue dada empleando herramientas IA junto con otras fuentes, o a partir de elaboración propia.

#### *Recepción y percepción de los y las estudiantes*

Si bien es común el preconcepto de que las poblaciones juveniles tienen un acceso y manejo más fluido de las nuevas tecnologías, al realizar la consulta en el aula sobre el empleo de herramientas IA en cualquier contexto, solo un 20 % afirmó haberlas empleado en uno de los

turnos, mientras en el otro no superó el 5 %.

Dado que habían oído hablar de estas herramientas, pero prácticamente no las habían aplicado, los y las estudiantes se mostraron entusiasmados y extrañados por la propuesta, ya que era la primera vez que venía por parte del plantel docente.

#### *Reacciones respecto de la Actividad I*

En primera instancia, se comunicó que no solo ellos habían presentado un presupuesto, sino que ChatGPT también participaba de esta pequeña competencia. Al revelar que ninguno de los presupuestos presentados por la clase había sido el más bajo sino que había sido la IA, se mostraron sorprendidos e inquietos, tomando conciencia de su potencial como herramienta.

#### *Reacciones respecto de la Actividad II*

Al encontrarse con el hecho de que las devoluciones en materia de normas no eran fiables se mostraron perplejos, dado que en base a lo realizado en la primera actividad no esperaban un resultado como el que obtuvieron. De hecho, esto condicionó la siguiente actividad ya que, luego de varios intentos fallidos en la búsqueda de normas, al pedido de uso de IA para el informe, hubo expresiones como “No más GPT”.

#### *Reacciones respecto de la Actividad III*

Si bien los y las estudiantes cumplieron con la consigna de realizar la actividad según la metodología sugerida, optaron por complementar la información con aportes personales y uso de bibliografía de materias correlativas anteriores, siendo críticos de los resultados obtenidos por el chatbot.

### **CONCLUSIONES**

En base a este estudio, hemos podido detectar fortalezas y debilidades de las herramientas de IA basadas en modelos de lenguaje (LLM) respecto de su incorporación en la enseñanza de la química a nivel universitario. Dentro de las fortalezas, puede mencionarse que ofrecen soluciones rápidas y eficientes en contextos bien definidos. Por otra parte, si el contexto no es el adecuado, las respuestas pueden carecer de validez, lo que constituye una clara debilidad. En este aspecto, el pensamiento crítico del usuario es indispensable para una correcta interpretación de las devoluciones del chatbot.

Si bien las herramientas basadas en IA tienen un gran potencial de desarrollo por delante, el empleo de herramientas basadas en modelos de lenguaje, como ChatGPT, amerita un profundo testeo por parte de los docentes previo a su incorporación en ámbitos educativos. En particular, su uso por usuarios no expertos puede dar lugar a la obtención de resultados erróneos que constituyan un obstáculo en la formación de los y las estudiantes.

Por otra parte, si la utilización de estas herramientas en educación se convierte en una

experiencia frustrante para los y las estudiantes, que los aleje de su empleo en ciencias, es factible que se convierta en un factor de demora en su incorporación como herramienta en el futuro ejercicio profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agirregomezkorta Iza, M. (2024, abril 29). *Domina los prompts con el método ROCE*. WeLov. <https://welov.io/blog/domina-los-prompts-con-el-metodo-roce>
- Akhmadieva, R. S., Udina, N. N., Kosheleva, Y. P., Zhdanov, S. P., Timofeeva, M. O., & Budkevich, R. L. (2023). Artificial intelligence in science education: A bibliometric review. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), ep460. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13587>
- Deiana, G., Dettori, M., Arghittu, A., Azara, A., Gabutti, G., & Castiglia, P. (2023). Artificial intelligence and public health: Evaluating ChatGPT responses to vaccination myths and misconceptions. *Vaccines*, 11(7), 1217. <https://doi.org/10.3390/vaccines11071217>
- Dos Santos, R. P. (2023, mayo 13). *Enhancing chemistry learning with ChatGPT and Bing Chat as agents-to-think-with: A comparative case study*. Social Science Research Network. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4447416>
- Euler, W. B., Kirschenbaum, L. J., & Ruekberg, B. (2000). Determination of  $K_{sp}$ ,  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  and  $\Delta S^\circ$  for the dissolution of calcium hydroxide in water. *Journal of Chemical Education*, 77(8), 1039–1040. <https://doi.org/10.1021/ed077p1039>
- Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: Exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692. <https://doi.org/10.3390/educsci13070692>
- Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Leon, A. J., & Vidhani, D. (2023). ChatGPT needs a chemistry tutor too. *Journal of Chemical Education*, 100(10), 3859–3865. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00288>
- Liu, J., Loh, L., Ng, E., Chen, Y., Wood, K. L., & Lim, K. H. (2020). Self-evolving adaptive learning for personalized education. En M. Bietz & A. Wiggins (Eds.), *Companion publication of the 2020 ACM conference on computer supported cooperative work and social computing* (pp. 317–321). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3406865.3418326>
- Mahroof, A., Gamage, V., Rajendran, K., Rajkumar, S., Rajapaksha, S., & Wijendra, D. (2020, diciembre 10–11). *An AI based chatbot to self-learn and self-assess performance in ordinary level chemistry*. 2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC),

- Malabe, Sri Lanka. <https://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357131>
- Schei, O. M., Mogelvang, A., & Ludvigsen, K. (2024). Perceptions and use of AI chatbots among students in higher education: A scoping review of empirical studies. *Education Sciences*, 14(8), 922. <https://doi.org/10.3390/educsci14080922>
- Tassoti, S. (2024). Assessment of students' use of generative artificial intelligence: Prompting strategies and prompt engineering in chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2475–2482. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00212>
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- Williams, R. (2024, mayo 31). *Why Google's AI Overviews gets things wrong*. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/2024/05/31/1093019/why-are-googles-ai-overviews-results-so-bad/>

# THE REVOLUTION OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: POTENTIALS AND DILEMMAS

Fábio Ferreira Monteiro – University of Brasília, Brasil

Wagner Ferreira da Silva – University of Alagoas, Brazil

José Robson Maia – Federal University of Ceará, Brazil

Paulo Victor Santos Souza – Federal Institute of Rio de Janeiro, Brasil

## INTRODUCTION

In recent decades, there has been a growing interest among educators across various disciplines in moving away from traditional teaching methods, which historically relied on “blackboard and chalk” — now replaced by whiteboards and markers — where teachers would merely write out content for students to copy. This approach has become progressively less necessary with the increasing availability of textbooks. In most schools today, students are provided with textbooks, reducing the need for teachers to transcribe content onto the board. For instance, in Brazil, as early as the 19th century, several private publishers were in operation, and by 1885, approximately 318 educational works were circulated in the country (Schmidt, 2021). Nevertheless, it is still common to encounter classrooms where lessons consist of teachers writing content and exercises on the board for students to copy.

Fortunately, there is growing consensus among educators that traditional teaching methods are insufficient, necessitating the pursuit of pedagogical innovations. Increasingly, teachers are seeking to integrate new technologies and instructional tools into their lessons, promoting more active student participation in contrast to the passivity often observed in traditional classrooms. Notably, there has been a particular focus on incorporating technologies into education. The use of such tools began to gain momentum globally in the early 20th century. In Brazil, for example, technologies such as radio (Ferreira, 2022) and projectors (Diniz, 2013) were introduced into classrooms. In the United States, the first educational radio station, WHA, was established in Wisconsin as a means of disseminating academic content to a broader audience (Sterling & Skretvedt, 2023).

In the early 20th century, the year 1920 stands out as a significant milestone in the attempt to introduce machines to assist in the automation of educational processes, thereby becoming a valuable tool for teachers. At that time, Dr. Sidney Pressey, a psychology professor at Ohio State University, developed a machine designed to grade multiple-choice exams. This machine allowed students to answer questions and receive immediate feedback on their responses. It is widely considered one of the first attempts to automate the educational

process and laid the groundwork for the development of Skinner's teaching machine in 1972 (Pimentel, 2021). Another notable contribution came in 1950 when Harvard professor B.F. Skinner introduced the concept of programmed instruction through machines (Valente, 1998).

In the 1950s and 1960s, the advent of computers began to further transform the field of education, particularly through initiatives such as the development of instructional programs that introduced the concept of computer-assisted instruction (CAI) (Santos, Mandado, Silva, & Doiro, 2019). Since then, there has been significant progress in integrating technology into education, leading to the creation of digital platforms, virtual learning environments, and, more recently, educational tools powered by artificial intelligence (AI).

One of the earliest examples of AI being used to support the teaching-learning process was the development of the "SCHOLAR" program in 1970, designed to teach geography to students (Carbonell, 1970). The primary goal of this project was to demonstrate the feasibility of a new and more advanced type of computer-assisted instruction (CAI), incorporating AI techniques. The system employed an information network of facts, concepts, and procedures, enabling an interactive dialogue between the student and the computer. In the following decades, efforts to develop and enhance "intelligent tutors" (intelligent tutoring systems - ITSs) continued, paving the way for the creation of other AI-based educational tools (Corbett, Koedinger, & Anderson, 1997).

As we have briefly outlined, the use of AI in education is not a new concept; it has been explored for quite some time. However, its incorporation as a teaching tool traditionally required a substantial understanding of programming or close collaboration between educators and computer scientists. This scenario began to shift dramatically with the advent of generative AIs (GAs), which allow for effortless interaction through text-based commands, or prompts, without the need for programming knowledge. A key example of this shift was the launch of GPT-3, a precursor to the now widely recognized model, ChatGPT, introduced by OpenAI in 2020. Since then, several other generative AIs have emerged, including Gemini, developed by Google DeepMind and officially launched in 2023, and Claude, created by Anthropic and also launched in 2023.

Currently, there are numerous GAs available to the public, with the pioneering companies in the field continuously releasing increasingly powerful updates to their products. At the time of this chapter's publication, we find ourselves in the era of multimodal GAs (MGAs). This new generation of AI systems is capable of processing and interpreting multiple types of data simultaneously, such as text, images, audio, and video. This enables MGAs to perform more complex and integrated tasks, as they can generate and interpret information from various sources in a cohesive manner. Notable examples of these advanced AI tools

include GPT-4o, launched in May 2024, and OpenAI o1, launched in September 2024. The capabilities of such tools are undeniably impressive. For instance, “OpenAI o1” achieved a perfect score on the entrance exam of the Technological Institute of Aeronautics (ITA), a prestigious institution in Brazil, and was also approved in several medical specialization exams at the renowned University of São Paulo (USP) (BMCNEWS, 2024).

The potential applications of GAs in education are vast, particularly in science teaching, spanning from primary and secondary education to higher education. In the case of physics education, for example, GAs can be employed to create interactive simulations of physical phenomena, significantly reducing the time required to develop such programs. They can also assist teachers in preparing assignments and exams, including generating relevant images. Furthermore, GAs can serve as personalized tutors, adapting the pace and instructional approach to each student’s level of understanding, which is crucial in subjects like physics, where a progressive mastery of concepts is essential.

Teachers can also use GAs to analyze student performance, enabling more targeted instruction based on the specific difficulties students encounter, as GAs are generally highly effective at identifying patterns. Additionally, they can expedite the creation of video lessons through platforms like Canva. However, it is important to approach AI use in education with caution, as these systems still frequently produce inaccurate information (Borba & Balbino Junior, 2023). Notably, a recent study highlighted concerns that more “robust” and instructive language models may be becoming less reliable (Zhou et al., 2024). Furthermore, there is growing concern among educators about how the use of AI may impact students’ critical thinking skills, as well as the potential for increased dependency on automated tools, which could diminish students’ interest in conducting research through books and websites (Monteiro et al., 2024).

Plagiarism and intellectual property concerns are two significant considerations when utilizing GAs in education. Barreto and Ávila (2023) argue that tools such as ChatGPT can generate topics related to scientific integrity. In particular, the discourse surrounding ethical issues related to AI in education has been increasing annually (Mouta, Pinto-Llorente, & Torrecilla-Sánchez, 2023). As early as 1960, there were concerns regarding the moral and technical implications of automation (Wiener, 1960). These and other issues have sparked an intense debate about the ethical and pedagogical limits of GAs use in the classroom. Recently, at the United Nations meeting held in September 2024, the approval of the “Future Pact” included regulations on the use of AI, such as the prohibition against using AI to interpret people’s emotions in workplaces and educational settings (Fung, 2024).

As demonstrated in the preceding paragraphs, this is a captivating topic that invites extensive debate. In the following sections, we will explore several key discussions. We will

begin by examining the potential applications of generative AIs in education. Next, we will discuss how these tools can enhance student autonomy and engagement, citing successful examples from the literature. Finally, we will address current teacher perceptions regarding the use of AI in educational settings.

## THE USE OF GAIS IN EDUCATION

In the 1950s, pioneers like Alan Turing and John McCarthy contributed to the rise of artificial intelligence. Since then, this technology has evolved from basic automation models to the recent development of generative AI (Kumar et al., 2023). Its application in education began modestly, but with rapid technological advancements and the proliferation of internet-connected devices, AI has gradually been adopted in educational institutions (Ulaşan, 2023). AI is used in education for its ability to personalize learning, providing continuous support and adapting content to the specific needs of both teachers and students. This customization is highly valuable, as it helps students grasp abstract concepts more efficiently, effectively functioning as a full-time private tutor.

In the education sector, platforms like the Ari de Sá System (SAS) are increasingly incorporating AI technology to personalize learning, creating customized teaching materials, akin to “educational tailoring.” A notable example is the use of ChatGPT to develop tools that adapt content for inclusive education (Chhatwal et al., 2023). There is no doubt that ChatGPT holds transformative potential in education, making learning more accessible and facilitating its processes. As noted by Giraffa and Khols-Santos (2023), some scholars suggest that AI can be utilized to create course curricula, teaching materials, and assessments, as well as to support active learning methodologies like the flipped classroom and gamification. The ability of these tools to function as online tutors, providing real-time responses to student inquiries, is also emphasized. However, the authors highlight key challenges, such as the accuracy and reliability of ChatGPT, which can sometimes display bias. Additionally, they caution that the limitations in AI’s knowledge may lead to inaccurate responses and the spread of misinformation.

Regarding the use of ChatGPT by physics teachers in Brazil, the study conducted by Castanheira et al. (2024), involving 507 teachers, revealed important insights. Among the respondents, 16.16% reported never having used ChatGPT, 52.37% used it only to test and understand its functionality, and only 31.48% used it to prepare teaching materials. These figures indicate a relatively low level of interest among teachers in integrating this technology into their educational practices. Even among those who do use it (31.48%), its application remains limited. This suggests that, while ChatGPT has the potential to transform teaching, there is still a significant need for dissemination and training to ensure more effective use of this technology.

Indeed, the effectiveness of AI in education depends on its careful implementation and supervision by teachers and parents. The adoption of these technologies must be approached with caution. Bartelle (2024) highlights two key points: (i) without proper guidance, students may become passive, relying solely on the answers provided by AI; and (ii) excessive dependence on these technologies can undermine students' autonomy, impairing essential skills like problem-solving. Moreover, research by Gunawan et al. (2021) reinforces that the active involvement of teachers in AI integration is crucial for realizing its full educational potential, preventing it from becoming merely a substitute for traditional teaching. These challenges underscore the importance of striking a balance between utilizing AI and promoting the development of essential learning skills.

Monteiro et al. (2024) emphasize that, although AI has the potential to enhance learning, the lack of teacher training and students' excessive dependence on these technologies can lead to superficial learning, hindering the development of essential skills, such as critical reasoning. A clear example is when students turn to ChatGPT to complete their homework, write essays, or even solve physics problem sets. This practice can result in significant setbacks in students' education, as relying solely on AI prevents them from developing key competencies like critical thinking and problem-solving. This concern represents one of the most pressing issues regarding AI use in education.

The lack of clear guidelines for the ethical and pedagogical use of these technological tools raises significant concerns about the originality of students' work, with evident risks of plagiarism, an issue that still lacks concrete definitions in this context. Without proper regulations, the indiscriminate use of AI in education could lead to an overreliance on this technology, potentially undermining students' critical and creative skill development. In this regard, regulations such as the one recently approved by the UN play an essential role in fostering discussions about the ethical and legal boundaries of AI use. These frameworks are crucial for ensuring that AI is employed in a balanced manner, providing support without compromising students' intellectual autonomy and growth.

Another important aspect is the inequality in democratic access to technology. In contexts where access to devices and the internet is limited, the implementation of AI can exacerbate educational disparities, particularly since full internet access in Brazilian schools remains far from reality. Monteiro et al. (2024) caution that, in countries like Brazil, these inequalities can be further aggravated by inadequate infrastructure, rendering AI an inaccessible tool for many students. An effective solution to this issue depends on the proper management of this technology to ensure equal access for the entire student community.

Another factor to consider is the capacity of generative AI to automate routine tasks traditionally performed by teachers, which could directly affect the number of teaching

positions offered by educational institutions. This automation may also contribute to a decline in interest among young people in pursuing undergraduate teaching degrees. Studies, such as Barreto and Ávila (2023), highlight the ethical and professional challenges posed by AI, emphasizing the potential reduction in demand for teachers, especially if these technologies are implemented without strategic planning that safeguards the essential role of educators.

In summary, while the speculations about AI's transformative potential in education are promising, a balanced approach is crucial. Key aspects such as (i) ongoing teacher training; (ii) the creation of clear policies, along with adequate investments, to ensure that this technology is accessible to all; and (iii) the constitutional regulation of its use are essential to prevent AI from widening the existing gap between students in public and private schools.

## HOW GAIS CAN SUPPORT STUDENT AUTONOMY AND ENGAGEMENT

Motivation and engagement are fundamental for learning and the development of higher-order psychological functions (Pugh et al., 2010). Promoting and sustaining motivation and engagement among students in basic education has become one of the greatest challenges in contemporary teaching (Vedder-Weiss & Fortus, 2011; Arguedas et al., 2016). Various strategies and instructional tools have been linked to enhancing these elements, such as gamification (Kalogiannakis et al., 2021), simulations (Vlachopoulos & Makri, 2017), and augmented reality (Chiang et al., 2014). In this context, we advocate that GAs can play a similar role, particularly due to its ability to adapt to diverse contexts and student needs.

This idea is supported by the findings of Muñoz et al. (2023), who investigated the impact of ChatGPT on student motivation and engagement in the English learning process. The study included 350 participants, comprising 166 students (47.50%), 123 teachers with limited experience (35%), and 61 teachers with advanced experience (17.50%). The methodology employed a questionnaire based on a 5-point Likert scale, divided into two main sections: the first evaluated respondents' agreement with statements regarding ChatGPT's ability to enhance learning skills, while the second examined increases in students' enjoyment, motivation, and confidence. The questionnaire was distributed online via email, Facebook, and WhatsApp approximately two months after the introduction of ChatGPT in early 2023. The primary results indicated a positive impact of ChatGPT on student motivation and engagement, particularly in areas such as online learning and grammar.

It is not surprising that “online learning” is prominently featured in the results of Muñoz et al. (2023). During the pandemic, online teaching emerged as a fundamental educational tool globally, and there are no indications that its use will diminish (Kerres & Buchner, 2022). In this context, one can envision the creation of holograms of historical scientists, developed by AI, that interact directly with students, providing personalized insights into

their discoveries and methodologies. Complementing this experience, immersive scientific microworlds generated by AI could allow students to “shrink” and explore microscopic phenomena, such as the interior of a cell or the structure of an atom, thereby offering a tangible understanding of abstract concepts. Another intriguing possibility is the development of accelerated evolution simulators, which could enable the observation and manipulation of millions of years of evolution within hours, revolutionizing the study of evolutionary biology.

In addition, Lo et al. (2024) conducted a comprehensive systematic review of the use of ChatGPT in education, specifically focusing on its impact on student engagement. The researchers established clear inclusion and exclusion criteria, analyzing 72 empirical articles that met these selection standards. The studies were categorized based on type, research approach, and data collection methods. The main findings indicated that ChatGPT can enhance student engagement in various ways, including increased participation in learning activities, improved collaboration, facilitation of tasks, and an overall more positive learning experience. Notably, the study revealed that ChatGPT was associated with a heightened willingness among students to engage in problem-based learning activities. Its availability fostered greater participation and involvement, facilitated task completion, and enhanced study habits. On an emotional level, many students reported positive experiences, describing the ChatGPT use as exciting and enjoyable, with high satisfaction regarding their learning experiences. Some studies even noted a reduction in student anxiety. Cognitively, ChatGPT demonstrated potential in improving students’ understanding and critical thinking skills, assisting with idea generation and the revision of written work, and contributing to better test performance in specific areas.

Rizvi (2023) arrived at similar conclusions in a study exploring the impact of Artificial Intelligence (AI) on student motivation. The methodology employed involved a comprehensive review of existing literature on the subject, analyzing theoretical frameworks and empirical evidence related to student motivation and the integration of AI in education. The findings indicated that AI has significant potential to transform traditional educational practices through various approaches, including personalized learning, adaptive feedback, gamification, and enhanced emotional and social involvement of students. A noteworthy aspect of Rizvi’s results pertains to intelligent tutoring systems (ITS), which can dynamically assess students’ knowledge and skills, identify gaps in comprehension, and provide tailored instruction and support. Additionally, AI-powered gamification—incorporating elements such as levels, badges, and rewards—was highlighted as a method to enhance student engagement.

The intelligent tutoring tool could, for instance, serve as a modeling instrument for natural systems, particularly complex ones like Earth’s climate system. This application would

enable students to visualize and manipulate variables in systems that are traditionally challenging to conceptualize. Additionally, such a tutoring tool could facilitate innovative interdisciplinary experiences that merge science and art, fostering a more holistic and integrated understanding of concepts. For example, principles of quantum physics could be expressed through interactive art, or ecological concepts could be explored through AI-generated musical compositions. There is no doubt that this potential application of generative AI can significantly enhance motivation, engagement, and ultimately, student learning (Huang, Lu, & Yang, 2023).

It is important to note, however, that utilizing generative AI as a tool to foster motivation and engagement requires careful consideration. Educators must closely monitor its implementation to prevent excessive dependence on the tool, which could paradoxically diminish students' active engagement and creativity (Monteiro et al., 2024). Additionally, it is essential to develop pedagogical strategies that position AI as a complement, rather than a substitute, for meaningful human interactions—interactions that are vital for students' emotional and social engagement. Furthermore, educators should prioritize the cultivation of critical and creative thinking skills that AI cannot replicate, ensuring that engagement transcends mere interaction with technology (Li et al., 2024).

### **TEACHERS' PERCEPTIONS OF GAIS IN EDUCATION**

In recent years, the use of AI in education has sparked substantial debate among educators, particularly in basic science education. To illustrate this, we adopted an exploratory methodology with a quantitative orientation, supported by a bibliographic review. The selection of sources was guided by the objective of presenting a comprehensive, up-to-date, and geographically diverse perspective. Studies were included from South America, Europe, Asia, and Africa, covering a range of educational levels—from basic to higher education—and areas of expertise. Priority was given to peer-reviewed publications and research reports with clearly defined methodologies and participant profiles. The inclusion criteria also emphasized sociocultural diversity, allowing for a comparative understanding of how teachers in different regions perceive the challenges, potentials, and implications of AI integration in educational settings. The findings suggest that while there is optimism among teachers regarding AI's potential to enhance education, there is also skepticism. Key issues raised include the motivation behind adopting AI in educational settings and the lack of knowledge required for its effective use. Additionally, the review uncovers concerns about ethical dilemmas and the fear that AI could eventually replace educators.

A study involving 400 science and physics teachers in basic education, conducted in Brazil by Monteiro and collaborators (2024), revealed skepticism about AI's ability to improve teaching quality and showed divergent opinions on whether AI use should be considered

plagiarism or a similar infraction. Additionally, the research highlighted that while there is recognition of AI's potential to offer personalized support to students, there is also concern that it could hinder the development of students' critical thinking skills.

One issue that often arises with the advent of new technologies is the fear of not being adequately prepared for their use. A study conducted in Estonia with 140 basic education teachers revealed that they possess limited knowledge about AI and require support to use it effectively as a learning tool (Chounta et al., 2022). The study also raised questions tied to the sociocultural context, such as teachers' perceptions of AI's potential to help them access, adapt, and utilize multilingual content. This capability is indeed one of AI's strengths, as it has proven effective in translating content across various languages. Teachers also highlighted the potential of AI to assist with tasks like homework correction, report generation, lesson planning, student monitoring, and personalized feedback and instruction, among other possibilities. However, the research also indicated lingering doubts about AI's effectiveness in handling tasks that rely heavily on human intelligence, creativity, and empathy.

Regarding the perceptions of university professors, the study by Iqbal et al. (2023), which interviewed 20 higher education professors in Pakistan, revealed that they believe ChatGPT could be useful in certain contexts, such as providing automated feedback to students, allowing educators more time to focus on other tasks, and enhancing student engagement and motivation. However, the research also found that these professors do not view ChatGPT as adding significant value to the learning process. They consider it potentially intrusive in the classroom and worry about its misuse by students for cheating, plagiarism, and fostering complacency. Notably, the majority of these professors expressed no intention of using ChatGPT in education shortly. It is important to note, however, that the study involved only 20 professors, necessitating caution in generalizing the results. Additionally, this disinterest might stem from a knowledge lack about the full potential of AI tools in higher education.

In another study involving 1,101 teachers from various educational levels in Saudi Arabia, the findings revealed that educators perceive AI as a tool that could reduce their workload, assist in creating study plans, provide educational content and resources, review homework, and design personalized activities for students at different levels (Awaqdani, 2024). However, the study also highlighted concerns about the potential decrease in student creativity and critical thinking due to reliance on AI. Additionally, respondents expressed worries regarding the accuracy of these tools. An interesting issue raised was whether AI implementation could affect the demand for teachers, possibly leading to job reductions. On this matter, opinions among the respondents were divided.

A study conducted in China with 18 experienced teachers specializing in teaching AI in basic education suggested that integrating AI into education will help prepare students for

a future increasingly shaped by this technology (Lin et al., 2022). The growing presence of AI across various sectors, particularly its integration into smartphones, has made these devices more versatile and essential in everyday life. The teachers emphasized the importance of framing AI knowledge within the context of social good, advocating for the inclusion of social dilemmas in AI discussions to promote a balanced understanding of its advantages and potential drawbacks. Additionally, the study highlighted significant barriers to overcome, such as existing educational practices and the limited knowledge teachers possess about AI.

A study by Sangapu (2018), involving 38 basic education teachers and 41 students in India, revealed a nuanced perspective on AI use in education. Teachers viewed AI as both a blessing and a curse. On the positive side, they saw AI as a potentially useful tool to assist teachers and students. However, they expressed concerns that AI could negatively impact the quality of teaching and learning if it were to replace human educators. They also feared that overreliance on AI could hinder the development of human intellect and have only a limited positive impact on teaching quality. Interestingly, despite their skepticism, teachers appeared more open to AI adoption in education than students, who demonstrated greater reluctance toward its use. This contrast highlights the complex attitudes surrounding AI integration in educational contexts.

In Turkey, a study conducted with 74 basic education teachers by Uygun (2024) revealed a predominantly positive outlook on AI use in education. The participants highlighted AI's potential to personalize learning and monitor the teaching process. They also emphasized the benefits of using AI to create more effective and tailored learning materials, which could boost teacher productivity and save time on routine teaching tasks. However, this optimism was tempered by significant concerns regarding ethical and privacy issues. Teachers expressed fears that AI could create an emotionally sterile learning environment, leading to more passive students. Security and privacy threats were also prominent concerns, especially given that personal information is often stored by AI developers like OpenAI, the company behind ChatGPT. Although most companies claim they do not store personal information entered into these platforms and offer options for configuring data storage preferences, these issues remain central to debates about AI in education.

In a study conducted with 237 public school teachers in Morocco, Fakhar (2024) revealed that although the teachers interviewed had limited knowledge about AI, they maintained a positive attitude toward incorporating these tools into their teaching methods. The teachers believed that AI could be instrumental in addressing the complex issue of cognitive heterogeneity in classrooms, helping to tailor educational experiences to students with varying abilities. They also recognized the potential of AI to assist in creating pedagogical materials and more effective learning environments, ultimately improving teaching quality

and fostering better learning outcomes. Despite these perceived advantages, the study also highlighted a significant gap in teachers' understanding of AI. The respondents acknowledged that training would be essential for them to harness AI's full potential in the classroom—a need echoed in research from other countries. Interestingly, the teachers expressed a strong motivation to integrate AI into their teaching practices, suggesting that, with the appropriate training and support, AI could become a valuable tool in public education in Morocco. This enthusiasm aligns with global trends in AI adoption, despite concerns about educators' readiness to fully leverage the technology.

Finally, we present in Table 1 the primary perspectives of the interviewees (students and instructors) discussed in this section. Overall, while some teachers view AI as a powerful tool for personalizing learning and fostering creativity, others express concerns regarding issues such as plagiarism, loss of autonomy, the necessity for developing new skills, challenges in assessing students' work, and the need for adapting pedagogical practices.

An important consideration is that teachers' perceptions of AI can be influenced by factors such as age, gender, academic level, and professional experience. Therefore, the perceptions presented in this study should be analyzed with caution to avoid making broad generalizations. Nonetheless, two factors emerged prominently across nearly all studies: (1) ethical concerns related to privacy, security, and the potential for information manipulation; and (2) the necessity for support and training to enable both teachers and students to use AI effectively and safely. Consequently, AI integration in education requires a careful and balanced approach that takes into account both its benefits and risks. Ultimately, the training of educators, public policy development, and the creation of appropriate tools are essential to ensure that AI is utilized in a manner that promotes student learning and development.

	Country	Number of Interviewees and Areas of Expertise	Perception of the Interviewees	Reference
South America	Brazil	400 teachers of Basic Science and Physics.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skepticism regarding the potential of AI to improve the quality of education.</li> <li>- No consensus on whether AI will actually enhance the quality of learning.</li> <li>- Concerns about the use of AI for plagiarism and similar infractions.</li> </ul>	Monteiro et al, 2024.
Europe	Estonia	140 teachers of Basic Education.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Highlighted the potential of AI to assist in teaching activities.</li> <li>- Reported having limited knowledge about AI.</li> <li>- Stated a need for training to use AI effectively.</li> </ul>	Chounta et al, 2022.

Asia	Pakistan	20 teachers from Higher Education.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recognized that AI can assist in lesson preparation, assessments, and other teaching activities.</li> <li>- Concerns about cheating, plagiarism, and distractions arising from the integration of AI in education.</li> </ul>	Iqbal et al, 2023.
	Saudi Arabia	1,101 teachers across different levels of education.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acknowledged that AI can support teachers' activities and help personalize education.</li> <li>- Concerns regarding potential errors made by AI and the fear of technology replacing teachers.</li> </ul>	Awaqdani, 2024.
	China	18 experienced teachers in AI education.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stated that the use of AI in education will prepare students for an increasingly technology-driven future.</li> <li>- Concerns about barriers to overcome regarding current technological education practices and teachers' knowledge about AI.</li> </ul>	Lin et al, 2022.
	India	38 teachers from Basic Education and 41 students.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teachers expressed greater openness to the use of AI than students did.</li> <li>- Concerns that the use of AI may hinder the development of human intellect.</li> </ul>	Sangapu, 2018.
Europe and Asia	Turkey	74 teachers from Basic Education interested in integrating AI into education.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The majority favored the use of AI in education.</li> <li>- Concerns about ethical issues, privacy, emotionally sterile environments, security threats, and the potential for making individuals passive.</li> </ul>	Uygun, 2024.
Africa	Morocco	237 teachers from Public Schools.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Believed that AI will help address the complex issue of cognitive heterogeneity in classrooms.</li> <li>- Although they had limited knowledge about AI, they were open to its use in education.</li> </ul>	Fakhar, 2024.

Table 1: Summary of the key perceptions of teachers and students interviewed in various countries regarding the use of AI in education.

## FINAL CONSIDERATIONS

In this study, we aimed to present a relatively comprehensive overview of the incorporation of technology in education, with a particular focus on AIs and GAs. To achieve this, we provided an overview of the potential applications of these tools within the educational context. For instance, we demonstrated how they can facilitate personalized learning by adapting to the individual needs of both teachers and students. Additionally, AIs can assist educators in creating educational materials, as well as preparing and grading assessments, thereby optimizing their time for other essential activities. Another significant application discussed was the use of digital teaching platforms that integrate GAs, such as ChatGPT, to develop resources aimed at fostering more inclusive education. We also explored the potential for

these tools to serve as personalized online tutors for each student.

Unlike most studies found in the literature, this work sought to offer an updated and well-documented reflection on teachers' perceptions regarding the integration of artificial intelligence in education. Our approach stood out by articulating historical contexts with contemporary technological developments, allowing for a deeper understanding of the topic. Furthermore, we emphasized a broad geographical and sociocultural diversity, incorporating data from different continents to ensure the relevance and robustness of the analysis. This comprehensive perspective strengthened the clarity and coherence of the argument and supported the idea that, when critically addressed, AI can contribute to the development of essential student competencies such as critical thinking, creativity, and autonomy.

Despite the significant potential outlined in this study, we observed that the adoption of these tools by teachers remains limited. There is a prevailing impression that only a small number of educators have incorporated them into their teaching practices. One contributing factor appears to be the insufficient knowledge among many teachers regarding the effective use of these tools. This underscores the importance of ongoing professional development focused on this topic.

Another point addressed was the potential of GAs to enhance student autonomy and engagement. For instance, we examined the use of ChatGPT in English language learning, where the results reported by the researchers indicated a positive impact on student motivation and engagement. Additionally, another study revealed that ChatGPT increased students' willingness to participate in problem-based learning activities. Furthermore, there was an observed improvement in students' study habits.

Another study highlighted the potential of AI to enhance students' critical thinking skills within problem-based learning activities. This finding contrasts with the perceptions of many teachers in several other studies, where educators accustomed to traditional teaching methods expressed skepticism about the ability of AI tools to generate such impacts. However, in contemporary approaches like Problem-Based Learning, the results suggest the opposite. If these findings are corroborated by further research, they indicate that GAs, when integrated with modern, student-centered pedagogical frameworks, have the potential to foster the development of critical and creative thinking. Consequently, GAs can be leveraged as disruptive technologies, facilitating a significant departure from traditional teaching practices and promoting the effective implementation of active pedagogies.

We also emphasized that the effective use of AI in education will rely on collaborative efforts between educators and parents, enabling students to utilize these tools consciously and mitigate potential harm to their education. One significant risk is that students may develop a passive attitude, relying solely on the answers provided by GAs without adequately verifying

the accuracy of the information. As discussed, GAs can still produce errors, delivering inaccurate or misleading information. Furthermore, the convenience of accessing “ready-made” answers may diminish students’ motivation to engage in independent study and research through books and reputable websites, which can adversely affect their critical thinking development. Therefore, the introduction of GAs into educational settings must be approached with great caution.

Another concern in this context pertains to the extent to which the use of GAs in the preparation of academic activities may be classified as plagiarism or similar infractions. Therefore, it is essential to establish clear laws and guidelines regarding how teachers and students can use these tools consciously and ethically. Furthermore, there is a pressing need for comprehensive legislation related to privacy, as the use of such tools often involves the potential storage of personal data by developing companies.

It is also crucial that the incorporation of GAI does not exacerbate the existing disparities between public and private education, particularly in developing countries, where school infrastructure is often inadequate. Consequently, public policies must address this emerging issue on the global stage. We live in an increasingly technological society, and schools undoubtedly play a central role in preparing students to navigate this context effectively.

We also examined the perceptions of teachers from various countries regarding the use of GAs in education. In this context, we found that, overall, there is a general openness among educators to utilize such pedagogical tools, although many have yet to do so, partly due to insufficient knowledge about their application. Additionally, a prevalent skepticism exists concerning the actual impact of incorporating AIs into education on enhancing teaching quality. Among the concerns expressed by teachers, notable apprehensions include the potential effects on the development of human intellect and the possibility of replacing educators with GAs, which could lead to layoffs, among other issues.

Although some teachers express concern about being replaced by these new “intelligent tutors”, it is essential to recognize the potential and limitations of current AI tools. The most probable scenario is not one of replacement but rather an integration of these tools into the daily routines of educators. This integration would enable teachers to allocate less time to repetitive tasks that can be performed by machines, allowing them to focus on the aspects of learning that necessitate human interaction between student and teacher, which is crucial for effective learning to take place.

In conclusion, while incorporating AI into education presents numerous challenges, it also offers a significant opportunity to transform the teaching and learning experience. By acknowledging the potential of these tools, educators, administrators, and policymakers must collaborate to ensure their ethical and inclusive implementation. With appropriate teacher

training, sufficient investments, and effective regulations, we can foster an educational environment that leverages technological innovations while promoting equity across diverse teaching contexts. This approach will equip students with essential skills—such as critical thinking, creativity, and autonomy—necessary for thriving in an increasingly digital world.

## BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Almeida, A. D. (1998). *Ensino supletivo pela TV: Um potencial mal aproveitado*. Caderno de Pesquisa, 65, 66–71.
- Alwaqdani, M. (2024). Investigating teachers' perceptions of AI tools in education: Potential and difficulties. *Education and Information Technologies*, 1, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12903-9>
- Arguedas, M., Daradoumis, A., & Xhafa, F. (2016). Analyzing how emotion awareness influences students' motivation, engagement, self-regulation and learning outcome. *Educational Technology & Society*, 19(2), 87–103.
- Barreto, A. M. P., & de Ávila, F. (2023). A inteligência artificial diante da integridade científica: Um estudo sobre o uso indevido do ChatGPT. *Revista Direitos Culturais*, 18(45), 91–106. <https://doi.org/10.31512/rdc.v18i45.1373>
- Bartelle, L. B. (2024). Os possíveis impactos da inteligência artificial generativa na educação. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, 17(2), 683–695. <https://doi.org/10.14571/brajets.v17.n2.683-695>
- BMCNEWS. (2024, September 22). *IA OpenAI o1 tirou 10 na prova do ITA e foi aprovada em residência médica na USP*. <https://bmcnews.com.br/2024/09/22/ia-openai-o1-tirou-10-na-prova-do-ita-e-foi-aprovada-em-residencia-medica-na-usp-confira/>
- Borba, M. C., & Balbino Junior, V. R. (2023). O ChatGPT e educação matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 25(3), 142–156. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2023v25i3p142-156>
- Carbonell, J. R. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(4), 190–202. <https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942>
- Castanheira da Silva, M., Souza, P. V. S., Maia, J. R., Girardi, D., & Monteiro, F. F. (2024). A revolução da inteligência artificial generativa e o aprendizado na educação básica: O caso do ChatGPT no contexto brasileiro. *Experiências em Ensino de Ciências*, 19(1), 129–135.
- Chhatwal, M., Garg, V., & Rajput, N. (2023). Role of AI in the education sector. *Lloyd Business Review*, 2(1), 11.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning

- system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17(4), 352–365.
- Chounta, I. A., Bardone, E., Raudsep, A., & Pedaste, M. (2022). Exploring teachers' perceptions of artificial intelligence as a tool to support their practice in Estonian K-12 education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 725–755. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00243-5>
- Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent tutoring systems. In M. G. Helander, T. K. Landauer, & P. V. Prabhu (Eds.), *Handbook of human-computer interaction* (2nd ed., pp. 849–874). North-Holland. <https://doi.org/10.1016/B978-044481862-1.50103-5>
- Diniz da Silva, C. (2013). O uso do data-show na docência do ensino superior. *Texto Livre*, 6(1), 6–16. <https://doi.org/10.17851/1983-3652.6.1.6-16>
- Fakhar, H., Lamrabet, M., Echantoufi, N., Khattabi, K. E., & Ajana, L. (2024). Artificial intelligence from teachers' perspectives and understanding: Moroccan study. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(6), 1–9. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2111>
- Ferreira, L. C. (2022, July 18). *Cem anos do rádio no Brasil: Caráter educativo marca história da mídia*. Agência Brasil. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2022-07/cem-anos-do-radio-no-brasil-carater-educativo-marca-historia-da-midia>
- Fung, B. (2024, March 13). *EU approves landmark AI law, leapfrogging US to regulate critical but worrying new technology*. CNN. <https://www.cnn.com/2024/03/13/tech/ai-european-union/index.html>
- Girafa, L., & Khols-Santos, P. (2023). Inteligência artificial e educação: Conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. *Educação em Análise*, 8(1), 116–134. <https://doi.org/10.5433/1984-7939.2023v8n1p116>
- Gunawan, K., Liliyansari, Kaniawati, I., & Setiawan, W. (2021). The responses to artificial intelligence in teacher integrated science learning training program. *Journal of Physics: Conference Series*, 2098, 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012034>
- Huang, A. Y., Lu, O. H., & Yang, S. J. (2023). Effects of artificial intelligence–enabled personalized recommendations on learners' engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. *Computers & Education*, 194, 104684.
- Iqbal, N., Ahmed, H., & Azhar, K. A. (2023). Exploring teachers' attitudes towards using ChatGPT. *Global Journal for Management and Administrative Sciences*, 3, 97–111. <https://doi.org/10.46568/gjmas.v3i4.163>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., & Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education: A systematic review. *Education Sciences*, 11(1), 22.
- Kerres, M., & Buchner, J. (2022). Education after the pandemic: What we have (not) learned about learning. *Education Sciences*, 12(5), 315.

- Kumar, D., Haque, A., Mishra, K., Islam, F., Mishra, B. K., & Ahmad, S. (2023). Exploring the transformative role of artificial intelligence and metaverse in education: A comprehensive review. *Metaverse Basic and Applied Research*, 2, 55–55.
- Li, Y., Sadiq, G., Qambar, G., & Zheng, P. (2025). The impact of students' use of ChatGPT on their research skills. *Education and Information Technologies*, 30, 4185–4216. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12981-9>
- Lin, X. F., Chen, L., Chan, K. K., Peng, S., Chen, X., Xie, S., Liu, J., & Hu, Q. (2022). Teachers' perceptions of teaching sustainable artificial intelligence: A design frame perspective. *Sustainability*, 14(7811), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su14137811>
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Jong, M. S. Y. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. *Computers & Education*, 219, 105100. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100>
- Megahed, F. M., Chen, Y., & Ferris, S. P. (2024). Investigating teachers' perceptions of artificial intelligence tools in education: Potential and difficulties. *Education and Information Technologies*, 1, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12903-9>
- Monteiro, F. F., Souza, P. V. S., da Silva, M. C., Maia, J. R., da Silva, W. F., & Girardi, D. (2024). ChatGPT in Brazilian K-12 science education. *Frontiers in Education*, 9, 1321547. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1321547>
- Mouta, A., Pinto-Llorente, A. M., & Torrecilla-Sánchez, E. M. (2023). Uncovering blind spots in education ethics: A systematic literature review on artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34, 1166–1205. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00384-9>
- Muñoz, S. A. S., Gayoso, G. G., Huambo, A. C., Tapia, R. D. C., Incaluke, J. L., Aguila, O. E. P., & Arias-González, J. L. (2023). Examining the impacts of ChatGPT on student motivation and engagement. *Social Space*, 23(1), 1–27.
- Pimentel, M. (2021, July 26). *Instrução (re)programada, máquinas (digitais em rede) de ensinar e a pedagogia (ciber)tecnicista*. Horizontes. <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2021/07/maquinas-de-ensinar/>
- Pugh, K. J., Linnenbrink-Garcia, L., Koskey, K. L., Stewart, V. C., & Manzey, C. (2010). Motivation, learning, and transformative experience: A study of deep engagement in science. *Science Education*, 94(1), 1–28.
- Rizvi, S. (2023). Revolutionizing student engagement: Artificial intelligence's impact on specialized learning motivation. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 10(09).
- Sangapu, I. (2018, December 8). *Artificial intelligence in education – From a teacher and a student perspective*. SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3372914>
- Santos, G., Mandado, E., Silva, R., & Doiro, M. (2019). Engineering learning objectives and

- computer assisted tools. *European Journal of Engineering Education*, 44(4), 616–628. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1563585>
- Schmidt, S. (2021, July). *Os primeiros livros didáticos*. Pesquisa FAPESP, 305. <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-primeiros-livros-didaticos>
- Sterling, C. H., & Skretvedt, R. (2023, August 18). *Radio*. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/radio>
- Ulaşan, F. (2023). The use of artificial intelligence in educational institutions: Social consequences. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, 100.º Yılı Özel Sayı, 1305–1324.
- Uygun, D. (2024). Teachers' perspectives on artificial intelligence in education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4, 931–939. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.005>
- Valente, J. A. (1998). *Computadores e conhecimento: Repensando a educação* (2nd ed.). Universidade Estadual de Campinas, NIED.
- Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2011). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199–216.
- Vlachopoulos, D., & Makri, A. (2017). The effect of games and simulations on higher education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 1–33.
- Wiener, N. (1960). Some moral and technical consequences of automation. *Science*, 131(3410), 1355–1358. <https://doi.org/10.1126/science.131.3410.1355>
- Zhou, L., Schellaert, W., Martínez-Plumed, F., et al. (2024). Larger and more instructable language models become less reliable. *Nature*, 634, 61–68. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07930-y>

# DIÁLOGOS DE UNA OBRA DE TÍTERES POR MEDIO DEL EMPLEO DE IA: DESMITIFICANDO SUPERHÉROES

Franco Javier Ortiz – DGCyE, Argentina

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el ser humano ha buscado respuesta a los interrogantes que se han planteado en torno a los fenómenos referidos a las Ciencias Naturales, conformando lo que se conoce como actividad investigativa. Dicha actividad se ha perfeccionado, diversificado y sofisticado desde el punto de vista teórico procedural y tecnológico. (Hernández, y otros 2010, Flick, 2007).

El aprendizaje de las ciencias halla sustento en el aprendizaje de conceptos científicos, sin embargo los estudiantes presentan dificultades que se evidencian en los resultados de sus evaluaciones, algunos autores tales como Plantin (2014), Wellington y Osborne (2001), Lemke (1998) y Johnstone (1985) estudiaron la relación de la teoría del procesamiento de la información y los aportes del lenguaje para buscar explicaciones sobre las dificultades del aprendizaje de los conceptos científicos. Respecto de las dificultades de aprendizaje en el campo de la educación en ciencias, la literatura reconoce el origen de las mismas como externas e internas o mixtas al sujeto que aprende. Kempa (1991) reconoce como:

- Dificultades externas relacionadas al estilo de enseñanza propias del docente o la naturaleza de la disciplina,
- Dificultades internas a los conocimientos o ideas previas o el estilo de aprendizaje de cada estudiante y
- Dificultades de origen mixto a la inconexa relación entre la enseñanza del docente y el aprendizaje de cada estudiante o la complejidad y la demanda de las tareas que confrontan con la capacidad de procesamiento de la información (Kempa, 1991; Cárdenas, 2006; Peña, 2003; Cárdenas, 2002)

Al referirnos a las dificultades de origen mixto, como docentes debemos posicionarnos del lado de los avances tecnológicos que caracterizan los tiempos que corren, por tal motivo la educación juega un rol importante en la formación de ciudadanos críticos en búsqueda de minimizar dichas dificultades.

La estrategia de llevar adelante una representación teatral con el empleo de títeres permite a los espectadores remontarse a la infancia donde se conservan, con cierta nostalgia, esas expectativas por observar lo que va a desarrollarse en el escenario. El teatro de títeres facilita

la interacción con los y las demás, como objeto mediador que proporciona una forma de conexión que es propia y universalmente humana (Ackerman, 2005). Durante miles de años, los títeres han sido utilizados como herramienta para transmitir conocimientos, entre otras cosas, posicionándose en la fina distinción entre el entretenimiento y el aprendizaje. Por su capacidad de integrar el arte, la comunicación y la persuasión son reconocidos como una herramienta educativa (Crepeau y Richards, 2003)

Según Hernando Calvo et al. (2022), resulta esencial que los estudiantes se informen acerca de las oportunidades que la Inteligencia Artificial aporta a la educación. En este sentido, cabe mencionar que la Inteligencia Artificial generativa (IA generativa) es aquella que utiliza modelos de aprendizaje profundo para generar contenido similar al humano, como imágenes o palabras, en respuesta a instrucciones complejas y variadas. Dichos sistemas de IA son capaces de comprender diversos lenguajes humanos y producir respuestas ricas y estructuradas. La clave reside en la interpretación de los datos que permitan generar el contenido como respuesta a los mismos (Lim et al., 2023) o para crear contenido según la capacidad de un sistema para interpretar datos externos con la finalidad de alcanzar metas específicas y llevar a cabo acciones que maximizan las posibilidades de éxito en una tarea concreta (Morduchowicz, s. f., p. 15). En los últimos años surgieron diversas estrategias de enseñanza centradas en el uso de la IA. Más allá de que son varias las aplicaciones que han cobrado un auge sin precedentes, una de las más destacadas es la creación de ChatGPT (Cánovas, 2023) dado que puede comprender tanto la semántica como la sintaxis del lenguaje natural y de esa forma generar un texto en ese mismo lenguaje natural, como así también responder preguntas y participar de diálogos basados en contextos de conversaciones específicos (Pérez García, 2024). Por tal motivo, los diálogos en que interactúan los personajes son sometidos al análisis de ChatGPT para ampliar su contenido teórico y corroborar su coherencia.

Según un estudio llevado a cabo por McGrath y colaboradores (McGrath et al., 2023), los profesores percibimos bajos niveles en la comprensión acerca de la IA, aunque esta tecnología puede aportar un sistema de apoyo que resulte de mayor equilibrio para los estudiantes. Por lo que se puede observar que se requiere de una previa formación del profesorado en IA, así como de la compresión de las implicaciones asociadas. (López et al., 2021).

A pesar de esto, la implementación de la IA tiene desventajas, como la dependencia excesiva, la ausencia de interacción humana, el riesgo de sesgos, la privacidad y seguridad, y las desigualdades y limitaciones. (Torres et al., 2023; Rodríguez et al., 2023).

Al llevar a cabo esta experiencia, parafraseando a Sutton (2003) el objetivo que se persigue radica en analizar cómo el profesor se transforma en un gestor de la actividad y de la discusión sobre cuestiones de ciencia ficción, de forma tal que los estudiantes entren en los patrones de razonamiento y en los patrones de lenguaje desarrollados por ciertos grupos de la comunidad

científica, para luego hacer explícita su propia comprensión de las nuevas ideas que serán ampliadas o cotejadas por medio del empleo de la tecnología IA provista por ChatGPT.

## METODOLOGÍA

El presente trabajo describe el desarrollo de una propuesta de enseñanza de clase de Fisicoquímica, de un segundo año de la escuela secundaria N°22 20 de Escobar, como así también su implementación en el taller de Educación y Cultura Digital de los profesorados de Física, Química y Biología del Instituto Superior de Formación Docente N°116 de la localidad de Campana, ambas instituciones de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Por medio de la realización y empleo de títeres en una obra de teatro se presentan personajes de ciencia ficción cuyos superpoderes son interpelados por científicos que serán los encargados de desmitificar dichos superpoderes. La metodología de trabajo consistió en presentar a los estudiantes: los contenidos del Diseño Curricular, la intencionalidad de promover la divulgación científica, las estrategias para la curación de contenidos, la IA ChatGPT como recurso para la mejora sustancial de los diálogos entre personajes, las imágenes de los personajes de ciencia ficción y de los científicos para alcanzar la caracterización de aquellos títeres a cargo de su creación.

La evaluación contemplará aspectos tales como: búsqueda de información referida a los personajes de ciencia ficción y a los científicos, búsqueda y capacidad para procesar la información, creatividad para crear diálogos que permitan interactuar con otros personajes, destreza manual en el armado y confección de vestimenta de los títeres, lectura fluida en voz alta para grabar las voces de los personajes, empleo de tecnología IA de ChatGPT, solicitud de modificaciones a los resultados presentados por ChatGPT.

## ARMADO DE LOS TÍTERES

En el armado de los títeres se promovió el reciclado, empleando cabezal de cargadores de dispositivos móviles o esferas de desodorantes a bolilla que se los envolvía con porcelana fría teñida con acrílico color piel. El cuerpo de los personajes se realizaron con envases de desodorantes. Los personajes de ciencia ficción que requerían una mayor elaboración responden a una matriz preparada (Figura 1) en base a un sellador siliconado mezclado con talco que envolvía al personaje original (Figura 1 (1)) y que una vez endurecido, se procedió a separar cuidadosamente en dos mitades que oficiaron de matriz (Figura 1 (2)) en las cuales se colocó la porcelana fría (coloreada con pintura acrílica) hasta que se endurecieron (Figura 1 (3)), para luego llenar con papel con la intención de conferir consistencia y unirlas con pegamento.

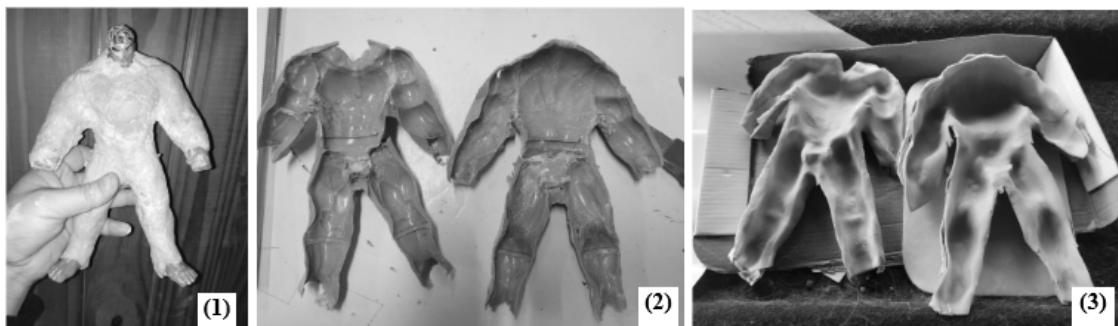


Figura 1: Elaboración de la matriz personajes de ciencia ficción

## PERSONAJES

Los personajes de ciencia ficción (Figura 2) que entrarán en diálogo: Doctor Strange (Fig.2 (1)), Flash (Fig.2 (2)), Aquaman (Fig.2 (3)), Hulk (Fig.2 (4)), Hermione (Fig.2 (5)), Slenderman (Fig.2 (6)), Superman (Fig.2 (7)), Goku (Fig.2 (8)), Maestro Roshi (Fig.2 (9)), Capitán América (Fig.2 (10)) y Jimmy Neutrón (Fig.2 (11)). Mientras que los personajes científicos (Figura 3): Charles Darwin (Fig.3 (1)), Norma Sánchez (Fig.3 (2)), Stephen Hawking (Fig.3 (3)), María Skłodowska (Marie Curie) (Fig.3 (4)) y Dimitri Mendeleiev (Fig.3 (5)).

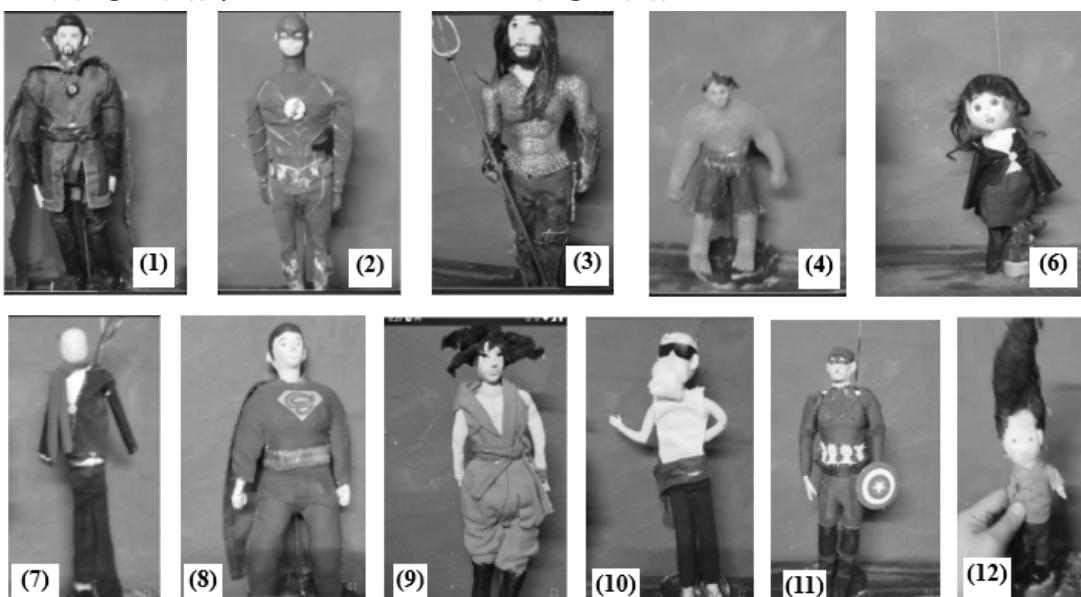


Figura 2: Personajes de ciencia ficción de la obra de teatro

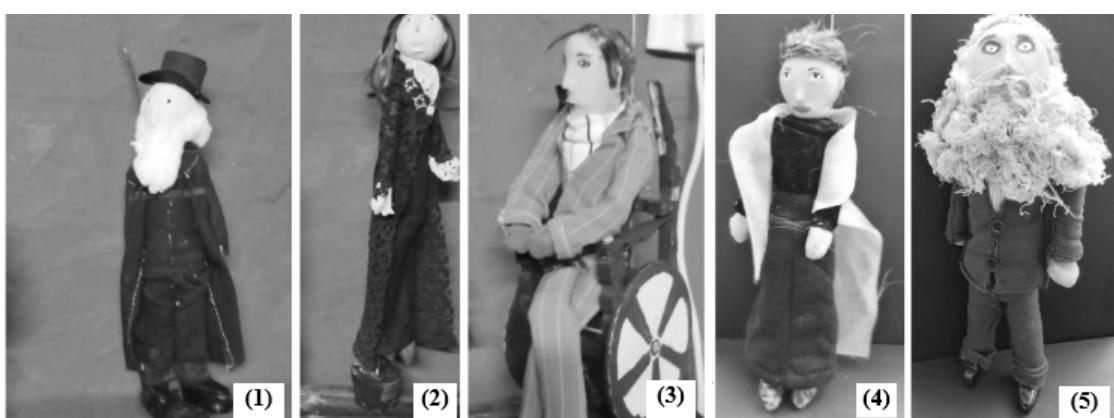


Figura 3: Personajes científicos

## VESTIMENTA

La vestimenta de los personajes fue realizada con telas de prendas o retazos en desuso. Su costura se llevó a cabo de manera manual con aguja e hilo de forma artesanal. En caso de algunos complementos, también se recurrió a material reciclado. El telón fue realizado con una tela amplia, la que tenía una apertura central donde se hallaban unas cortinas detrás de las cuales asomaban los personajes, conforme debían aparecer en la obra (Figura 4).

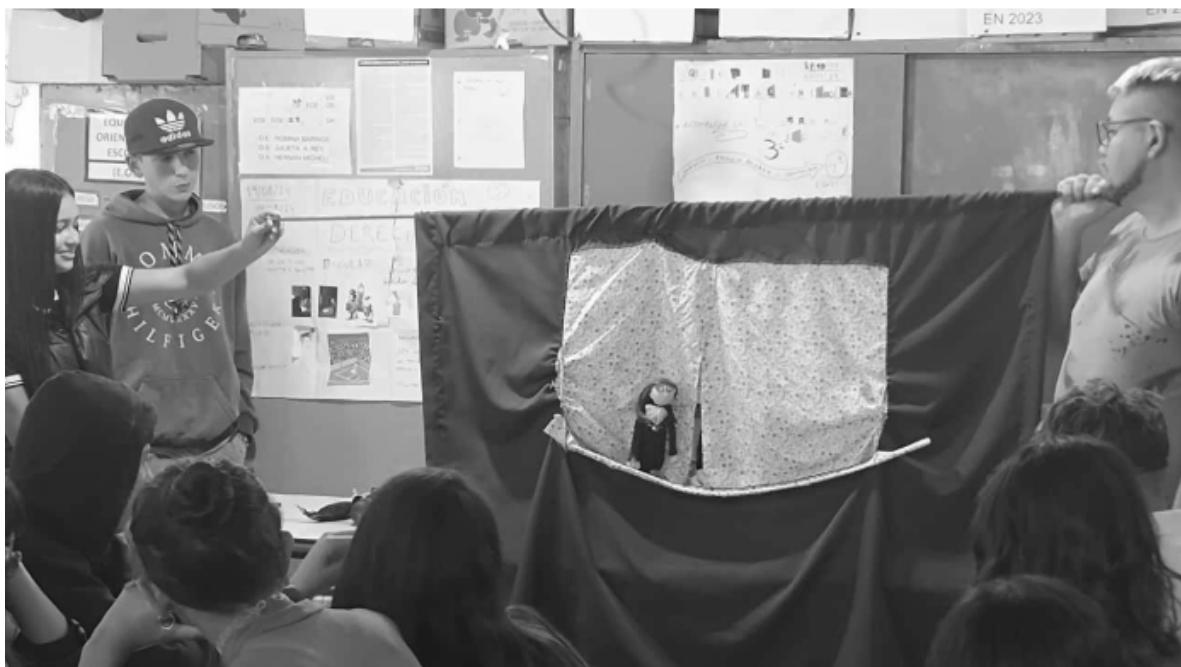


Figura 4: Telón empleado para la presentación de la obra de teatro

## CONFECCIÓN DE DIÁLOGOS Y TRABAJO CON CHATGPT

La interacción entre los personajes en la obra de teatro se llevó a cabo por medio de diálogos ficticios como resultado de: la búsqueda de la biografía por Internet, la cura de contenidos (nombres y apellidos acompañados del símbolo + y otra palabra clave para acotar la búsqueda). Finalmente para otorgar coherencia e integrar contenidos científicos que no fueron contemplados por los estudiantes se sometieron los diálogos al análisis de la inteligencia artificial (IA) de ChatGPT para aportar al conocimiento científico, ampliar el vocabulario y dotar a los estudiantes de una herramienta que les permita llevar a cabo el perfeccionamiento de sus ideas.

## VOCES DE LOS PERSONAJES

Una vez finalizada la revisión por ChatGPT de los diálogos escritos por los estudiantes, se procedió a la grabación de las voces de los mismos como estrategia para evitar que su lectura en vivo resulte trunca por nerviosismos u olvido. Una vez grabadas las voces, se llevó a cabo su unificación para contar con el diálogo completo de la obra. Por otro lado,

se pensó en el empleo de voces generadas por IA, pero esta idea fue descartada por el simple hecho que los estudiantes de escuela secundaria no se encuentran habituados a la lectura en voz alta y algunos lo hacen con dificultades de dicción.

Por ejemplo, se transcribe el diálogo entre el personaje Aquaman y Charles Darwin, donde se menciona la imposibilidad de permanecer bajo el agua sin respirar como los seres humanos, a excepción de la tribu Bajau de Filipinas, Malasia e Indonesia.

- Aquaman: Soy Aquaman, el gobernante telepático de la atlántida y de todos los océanos de la Tierra... Tengo increíble fuerza y velocidad. Mi fisiología me permite sobrevivir en tierra y en las grandes profundidades del océano (más allá de la presión y de la temperatura)
- Darwin: Disculpe, pero no existe ser humano capaz de sobrevivir bajo el agua, a excepción de los bajau, una tribu de Indonesia que contiene la respiración debido a un entrenamiento. Aunque no se adaptan al medio, porque el medio selecciona aquellas características que otorgan ventaja.
- Aquaman: ¿Cómo cuál?
- Darwin: Por ejemplo, aumentando la frecuencia reproductiva. Al aumentar dicha capacidad, estas características ventajosas presentes en los genes se heredan a la descendencia y se fijan...

## DESARROLLO EN EL PROFESORADO

En la materia Educación y Cultura Digital, del Instituto Superior de Formación Docente N°116 de la localidad de Campana, provincia de Buenos Aires, se solicitó como trabajo optativo llevar a cabo una obra de teatro protagonizada íntegramente entre científicos de las disciplinas de Física, Química y Biología (Figura 5). Los personajes elegidos fueron: Charles Darwin (Fig.5 (4)) y Dios (Fig.5 (2)) para debatir en torno al evolucionismo y el creacionismo, María Skłodowska (Fig.5 (1)) por Química y Norma Sánchez (Fig.5 (3)) por Física con la intención de reivindicar el rol de las mujeres en la Ciencia. Los diálogos se escribieron por medio de la cura de contenidos, escritos previamente según la coherencia y cohesión establecida por consenso entre los integrantes del grupo. Posteriormente, los mismos fueron sometidos al análisis de la aplicación ChatGPT para aportar algún concepto o idea que no haya quedado en claro, dicho trabajo fue llevado a cabo bajo el formato de taller en las jornadas de enseñanza de las Ciencias organizadas por la institución.

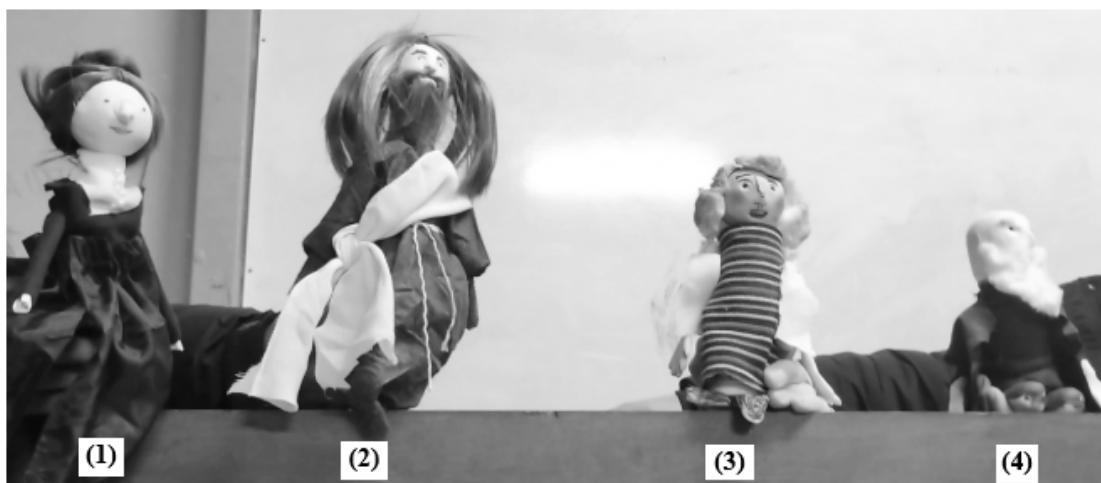


Figura 5: Personajes científicos desarrollados en el profesorado

## CONCLUSIÓN

La realización y el empleo de los títeres resultó beneficioso para los estudiantes que necesitan aprender de forma kinestésica, caracterizada por contar con una mayor facilidad para almacenar conocimientos y habilidades relacionadas con actividades físicas y la manipulación de objetos. En este sentido el proyecto de la obra de teatro de los títeres mantuvo a los estudiantes concentrados e involucrados activamente de manera práctica porque debieron utilizar el movimiento de su cuerpo al igual que la estimulación de la motricidad fina, para alcanzar la caracterización de los mismos de forma tal que resulten verosímiles cuando deban transmitir información de índole científica, tecnológica y social (CTS).

El empleo de títeres con fines educativos vinculó diferentes áreas desde la interdisciplinariedad, lo que resultó ser un aliciente para los estudiantes que busquen poner a prueba sus ideas, su creatividad e internalizar la indagación propia, por medio del cotejo con sus saberes previos, sobre todo en cuestiones referidas a la Ciencia moderna a la cual recurren las películas de ciencia ficción de manera total o parcial.

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

La integración digital juega un papel importante en nuestros días, al reflexionar sobre la relación entre la educación y la tecnología. Esta integración deja en evidencia que la tecnología nos brinda la capacidad de reformular algunas formas tradicionales de abordar el proceso de enseñanza de forma tal que se vea reflejado en el aprendizaje. La realización de los títeres como recurso permitió recurrir a la inteligencia artificial, más específicamente a la tecnología que emplea ChatGPT que no solo proporcionó oportunidades de mejorar la escritura científica, sino que también logró transformar y reinventar la manera en que concebía la enseñanza de la Fisicoquímica.

Los estudiantes adquirieron habilidades en la búsqueda y cura de contenidos, como así también la opción de recurrir a una aplicación de IA para poner en análisis la metacognición

respecto de los contenidos puestos en juego y que deben formar parte de sus disciplinas. Los títeres resultaron un medio para: despertar el interés desde otra perspectiva que fuera disruptiva en los tiempos que sobreabunda la información, captar un público diverso de diferentes niveles educativos (primario, secundario y terciario), aproximar a los estudiantes a cuestiones científicas referidas al hacer ciencia escolar que si bien difiere de la ciencia erudita busca humanizar a los científicos para que, desde sus aportes, logren desmitificar los poderes de superhéroes que solamente aparecen en películas de ciencia ficción.

Algunos docentes replicaron la experiencia en otras instituciones, donde se llevaba a cabo un “duelo de rap” entre los personajes científicos. Los estudiantes debieron escribir un guión que, al ser estudiado y puesto en escena con los títeres, permitiría brindar una batalla del conocimiento científico, estrategia que puede ser tenida en cuenta para incorporar a futuro en nuestras prácticas docentes. Resultará beneficioso el empleo de la IA bajo consignas claras que partan de las ideas originales de los estudiantes para mejorar y perfeccionar los conceptos que se intentan transmitir, solicitar bibliografía de divulgación científica que respalde las ideas, adecuar el lenguaje científico propio del nivel secundario a otros niveles como el inicial o primario para despertar el interés por las ciencias, como así también la humanización de la actividad científica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, T. (2005). The puppet as a metaphor. En M. Bernier & J. O'Hare (Eds.), *Puppetry in education and therapy: Unlocking doors to the mind and heart* (pp. 5–11). AuthorHouse.
- Cánoval, Ó. (2023). Explorando el papel de la IA en la educación universitaria de la informática a través de una conversación. En *Actas de las XXX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2023)* (Vol. 8, pp. 217–224). Universitat Politècnica de Catalunya.
- Cárdenas S., F. A. (2002). *Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas* [Informe de investigación]. Centro de Investigaciones, Universidad de La Salle.
- Cárdenas, S. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciencia & Educação*, 12(3), 333–346.
- Crepeau, M., & Richards, I. (2003). *A show of hands: Using puppets with young children*. Redleaf Press.
- Flick, U. (2007). *Introducción a la investigación educativa* (2.ª ed.). Ediciones Morata.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la*

- investigación (5.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hernando Calvo, A., Municio Zúñiga, A., Vázquez Gutiérrez, A., Gardó Huerta, H., & Martínez Romero, H. (2022). *Los algoritmos a examen: ¿Por qué IA en educación?*
- Johnstone, A. (1985). *Words that matter in science: A report of a research exercise*. The Royal Society of Chemistry.
- Kempa, R. (1991). Students' learning difficulties in science: Causes and possible remedies. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 119–128.
- Lemke, J. (1998). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing.
- Lim, W., Gunasekara, A., Pallant, J., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- López, N., Rossetti, S., Rojas, I., & Coronado, M. (2021). Herramientas digitales en tiempos de COVID-19: Percepción de docentes de educación superior en México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12, e309. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1039>
- McGrath, C., Cerratto, T., Juth, N., & Palmgren, P. (2023). University teachers' perceptions of responsibility and artificial intelligence in higher education—An experimental philosophical study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100139. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100139>
- Morduchowicz, R. (s. f.). *La inteligencia artificial: ¿Necesitamos una nueva educación?* UNESCO Biblioteca Digital. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382293>
- Peña, O. (2003). *Un estudio de las dificultades de aprendizaje en química: La capacidad mental de los estudiantes y su relación con las preguntas de diferente demanda* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de La Salle.
- Pérez García, J. (2024). *Ventajas, desventajas y usos de ChatGPT en la educación: Una revisión sistemática* [Trabajo de fin de máster, Universidad Miguel Hernández]. <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/33042/1/TFM%20PEREZ%20GARCIA%2c%20JUAN%20ANTONIO.pdf>
- Plantin, C. (2014). Lengua, argumentación y aprendizajes escolares. Conferencia inaugural presentada en el VI Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, Á., Alarcón, K., Gaibor, J., Bermeo, S., & Castro, H. (2023). La implementación de la inteligencia artificial en la educación: Análisis sistemático. *Dominio de las Ciencias*, 9, 2162–2178.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencia como profesores del lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 21–25.

- Torres, E., Torres, F., Torres, J., Basurco, T., Mamani, O., López, M., Tito, J., Supo, J., & Coyla, L. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Abordagens sobre ensino-aprendizagem e formação de professores*, 1, 80–91.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Open University Press.

# **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A SOCIEDADE DE RISCO: PERCEPÇÕES DOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO DE UMA UNIVERSIDADE VIRTUAL BRASILEIRA**

Júlia Chiti Pinheiro – Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Isabela Pereira Ferraz da Silva – Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Giuliano Reis – University of Ottawa, Canadá.

Aguinaldo Robinson de Souza – Universidade Estadual Paulista, Brasil.

## **INTRODUÇÃO**

A expansão da implementação de recursos de inteligência artificial (IA) na vida cotidiana das pessoas tem impactos significativos em vários aspectos da sociedade, incluindo cultura, diversidade e educação (COMEST, 2019). Não existe uma definição certa ou exclusiva para IA, mas de maneira geral ela pode ser entendida como um sistema formado por máquinas capazes de responder a estímulos de maneira semelhante aos humanos, de forma intencional e adaptativa, sendo habilitadas a tomar decisões com base em novos dados ou informações, sendo também capazes de auxiliar pessoas antecipando problemas ou lidando com situações e percalços que possam surgir. Adotamos neste trabalho a mesma definição de Pavlik (2023), que descreve a IA como máquinas que são programadas para simular a inteligência humana e projetadas para aprender com suas experiências, adaptando seu comportamento a partir desse aprendizado.

O contato com “máquinas inteligentes” está se tornando cada vez mais frequente, seja de forma intencional ou não, e há um consenso de que a IA influenciará as profissões em todos os níveis de formação e remuneração (Royal Society, UK, 2018, citado no Microsoft Computer Science Framework, 2021). Essa perspectiva nos leva a refletir sobre as competências desenvolvidas em sala de aula, buscando atender à crescente demanda por um uso inclusivo e equitativo da IA.

Apesar do reconhecimento do impacto transformador da IA no campo educacional, ainda há uma significativa falta de estudos que explorem a integração dessas tecnologias no ambiente de ensino e neste trabalho investigamos como professores em formação de uma universidade virtual brasileira definem e interagem com sistemas de Inteligência Artificial.

Iniciativas que promovam a produção, publicação e disseminação de materiais teóricos são indispensáveis. Como destacam Miao et al. (2021, p. 34), é fundamental criar um contexto político e curricular que favoreça a exploração da IA. A colaboração interdisciplinar entre

educadores e especialistas em IA é essencial para ampliar a aplicação e disseminação das possibilidades dessa tecnologia na educação (UNESCO, 2022).

O relatório da UNESCO de 2022, intitulado *“Reimaginar nossos futuros juntos - um novo contrato social para a educação”*, destaca a importância de repensar os papéis da educação, dos professores e dos estudantes nas instituições de ensino, considerando as profundas transformações tecnológicas e digitais em curso. A organização alerta que manter o atual direcionamento equivale a ignorar os riscos associados a essas mudanças (Unesco, 2022, p. 5). Nesse cenário, há um entendimento compartilhado no campo educacional sobre a importância central da escola e do ensino na formação de cidadãos críticos e no desenvolvimento de uma compreensão ampla do mundo natural (Alves, 2023).

Desta maneira, a educação emerge como uma peça-chave para garantir o acesso ao conhecimento pertinente a uma sociedade caracterizada por riscos, permeada por crises e suas resoluções (Beck, 1989). Portanto, o reconhecimento e a abordagem dos riscos tecnológicos e sociais estão intrinsecamente relacionados à reconfiguração do propósito educacional, destacando a importância de capacitar os indivíduos com competências para compreender, questionar e enfrentar os desafios contemporâneos.

Devido ao exposto, consideramos essencial reconhecer o papel do professor no trabalho com problemas complexos, como é o caso da IA na sociedade contemporânea, contribuindo para o desenvolvimento de um olhar crítico e reflexivo sobre as implicações desta adoção no modelo atual de sociedade, de escola e de trabalho, formado pelos estudantes.

## O QUE SÃO SISTEMAS DE IA?

Em 1950, o artigo publicado por Alan Turing, “Computing Machinery and Intelligence” (Turing, 1950) indicava o potencial das máquinas em utilizar as informações disponíveis para buscar soluções assertivas para contextos específicos onde decisões deveriam ser tomadas, o que é uma capacidade intrínseca dos seres humanos. O texto fez com que Turin seja, até hoje, considerado o “Pai da IA”. Havia uma grande expectativa de que em menos de uma década, neste período, as máquinas seriam capazes de atingir os níveis de inteligência da humanidade. Porém o próprio Alan Turing não pode explorar muito dessas ideias pois na época o acesso aos computadores era restrito devido aos preços e as configurações das máquinas, que eram capazes de executar tarefas e funções, mas não de memorizar o que foi feito. Somente na década seguinte o aprendizado de máquina e os sistemas inteligentes passaram a ganhar maior destaque tanto em pesquisas acadêmicas quanto no ambiente empresarial (Anyoha, 2017).

Desde o desenvolvimento da Eliza, uma inteligência artificial que já objetivava simular conversas e interações humanas em 1960, diversos programas foram criados e aprimorados a fim de serem inseridos no cotidiano humano. Os chatbots, que fazem mediações entre

clientes e empresas, são um exemplo de serviço fornecido pela tecnologia cujos princípios estão ligados ao que chamamos de IA. Esses recursos já são bem aceitos pela população mundial e a maioria das pessoas conta ao menos com uma assistente virtual em seus smartphones (Anyoha, 2017).

Entretanto foi a partir do ano de 2022 que na sociedade em geral se passou a tratar a IA como uma realidade próxima que exige senso de urgência para regulamentação e elaboração de planos de ação, pois foi o ano em que a empresa OpenAI, desenvolveu o Chat Generative Pre-trained Transformer, uma ferramenta gratuita em sua versão de lançamento (ChatGPT 3.5), que simula a comunicação entre pessoas e gera respostas para perguntas humanas através de modelos e algoritmos.

Ao longo da história da humanidade as tecnologias que utilizam da linguagem têm atuado como marcos de transformação social, portanto as tecnologias dos chatbots já tem um previsível poder, e sabemos que quando treinado o chatbot é uma ferramenta poderosa capaz de aprender, desaprender e reaprender linguagem, permitindo se adaptar e evoluir de acordo com as necessidades humanas (Bozkurt, 2023).

O ChatGPT, assim como os demais chatbots (nome dado aos sistemas de IA generativa textual) oferece vantagens e desvantagens assim como qualquer outro recurso tecnológico, porém sendo a “porção do iceberg” que tem contato direto com o público de especialistas e de leigos em IA, chegando aos contextos escolares, configura-se em um recurso em que as vantagens consistem em potenciais que podem ser explorados e as desvantagens em riscos que podem acarretar consequências grandiosas imediata ou futuramente, sendo importante lembrar que “não há recall de pessoas”, ou seja, não há quaisquer garantias que os estudantes que concluírem a educação básica retornarão para espaços acadêmicos que possibilitem que desenvolvam habilidades e compreensões necessárias para lidar com estas ferramentas e com os demais problemas complexos que fazem parte das sociedades contemporâneas.

Há uma diversidade de pesquisas sobre o que representa essa presença da IA na sociedade e “a literatura recente sobre IA generativa apresenta uma mistura de entusiasmo e apreensão” (Lim et al., 2023, p.4)”, de forma que parte das pesquisas indicam que os experimentos e propostas utilizando IA deveriam ser regulamentados com mais afinco e outras que se mantém na proposta de defender a crescente de potencial da IA na sociedade (Lim et al., 2023).

Quando pensamos em educação e, principalmente, no cenário escolar, o processo de inserção das tecnologias digitais gera profundas discussões e levanta questionamentos a mais de 30 anos, desde a chegada dos computadores até a utilização do ChatGPT. A preocupação com questões éticas e sociais emerge da demanda de formação para a cidadania participativa de uma sociedade de riscos enfrentando problemas complexos (Pietrocola et al., 2021). Para que a integração desses recursos nas escolas seja benéfica, é preciso que haja educadores

capacitados e seguros para realizar esses processos de mediação do conhecimento.

## A TEORIA DA SOCIEDADE DE RISCO

A teoria da sociedade de risco, desenvolvida por Ulrich Beck, e título de sua obra de 1986 cujo subtítulo é “Rumo a outra modernidade”, oferece uma análise profunda da sociedade contemporânea no contexto pós-industrial, destacando os riscos gerados pelo avanço tecnológico e científico. Esses riscos não são apenas externos, como ameaças naturais, mas também internos, resultado das próprias ações humanas e dos sistemas sociais. Exemplos incluem poluição, aquecimento global, armas nucleares, resíduos tóxicos, efeitos colaterais de tratamentos médicos e o impacto crescente da inteligência artificial. Esses fenômenos não apenas trazem benefícios e inovações, mas também geram consequências negativas em múltiplos espectros, como saúde, meio ambiente, bem-estar e economia (Veyret, 2012).

Beck situa o surgimento da sociedade de risco após o período das guerras, caracterizando-a como uma era de modernidade reflexiva. Esse estágio da modernidade é marcado por duas transformações centrais: o “fim da natureza” e o “fim da tradição”. A natureza deixa de ser vista como uma força externa e passa a ser tão ameaçada quanto as sociedades humanas, enquanto o passado perde sua função como uma fonte segura de conhecimento para orientar decisões presentes. Nesse contexto, a principal preocupação da sociedade desloca-se da implementação de novos avanços para a gestão dos riscos associados às tecnologias já existentes (Sørensen, 2018).

A globalização intensifica a complexidade dos riscos, tornando-os problemas generalizados, que transcendem fronteiras e afetam todos os países. No entanto, as consequências desses riscos são distribuídas de maneira assimétrica. Questões como aquecimento global, poluição e pandemias pertencem a todos, mas afetam de maneira desproporcional os países mais pobres, que são menos responsáveis por sua geração (Pietrocola et al., 2021).

O impacto da inteligência artificial ilustra bem essa dinâmica. Enquanto a IA traz avanços significativos, como automação e eficiência, também representa uma ameaça para empregos, afetando desproporcionalmente as classes sociais menos privilegiadas. Além disso, algoritmos, como os do YouTube, influenciam profundamente âmbitos políticos, moldando opiniões e comportamentos de forma polarizadora. Esses exemplos reforçam que os riscos da sociedade contemporânea não são facilmente identificáveis ou mensuráveis, sendo muitas vezes invisíveis ou incertos, como as mudanças climáticas, pandemias e desastres ambientais (Giulio et al., 2015).

Outro ponto importante levantado por Beck é a desestabilização das instituições em meio a esses riscos. A incapacidade de prever e gerenciar essas ameaças compromete a confiança da população em governos e organizações, enquanto o sistema econômico utiliza tanto a geração quanto a mitigação dos riscos como fontes de lucro. A ciência, nesse cenário, é

instrumentalizada tanto para criar soluções quanto para manter as estruturas econômicas que perpetuam os problemas (Veyret, 2003).

Assim, a teoria da sociedade de risco destaca o desafio de viver em um mundo em que as ameaças são geradas pelo próprio progresso humano. Esses riscos, ao mesmo tempo locais e globais, reais e percebidos, exigem uma abordagem coletiva e reflexiva que vá além da busca individualista por soluções imediatistas, promovendo um diálogo global para enfrentar as crises compartilhadas de forma equitativa e sustentável (Giulio et al., 2015).

### A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL É UM RISCO MANUFATURADO?

A inteligência artificial (IA), sob a perspectiva de Ulrich Beck, exemplifica os riscos característicos da sociedade contemporânea, especialmente por ser um produto direto do desenvolvimento social e tecnológico, apresentando as três características principais destacadas por Beck (1992):

Invisibilidade e construção social dos riscos: Os riscos da IA muitas vezes permanecem invisíveis ou difíceis de identificar em um primeiro momento. Eles não se manifestam como ameaças evidentes, mas são mediados por interpretações causais, geralmente fundamentadas em discursos científicos ou anticientíficos. Isso significa que a IA, como outros riscos modernos, é altamente suscetível a processos de definição e construção social. Suas implicações podem ser amplificadas, minimizadas ou distorcidas dependendo das narrativas dominantes. Por exemplo, enquanto cientistas alertam sobre os perigos da automação no mercado de trabalho e da manipulação de dados por algoritmos, setores econômicos e políticos podem priorizar narrativas que destacam apenas seus benefícios, ocultando ou relativizando os potenciais danos (Beck, 1992, pp. 22–23).

Desigualdade na distribuição dos riscos: Os impactos da IA não são distribuídos de maneira uniforme. Trabalhadores em posições mais vulneráveis, particularmente em economias menos desenvolvidas, enfrentam os maiores riscos, como a perda de empregos devido à automação, por exemplo. Entretanto, o que Beck chama de “efeito bumerangue” também é evidente no caso da IA. Mesmo aqueles que inicialmente lucram ou se beneficiam de sua implementação, como grandes empresas tecnológicas, podem enfrentar consequências imprevistas, como a perda de confiança do público devido ao uso antiético de dados ou à ampliação de desigualdades sociais que comprometem a estabilidade social como um todo (Beck, 1992, p. 23).

Comercialização dos riscos como motor capitalista: Os riscos associados à IA não interrompem a lógica capitalista; pelo contrário, eles elevam o sistema a um novo estágio. A IA gera mercados altamente lucrativos, como aqueles relacionados à cibersegurança, análise de big data e desenvolvimento de tecnologias de mitigação. Nesse sentido, os riscos se tornam oportunidades econômicas, especialmente para grandes corporações e países

tecnologicamente avançados. Entretanto, esse mesmo processo perpetua desigualdades: enquanto uma elite global se beneficia financeiramente, populações mais vulneráveis arcam com os custos sociais e econômicos, criando uma dinâmica em que os riscos não apenas persistem, mas se autossustentam e intensificam (Beck, 1992, p. 23).

A percepção de risco é um elemento essencial na formação de professores, especialmente no contexto da sociedade contemporânea marcada por desafios complexos e interconectados. Desenvolver essa competência permite aos futuros educadores identificar, interpretar e tomar decisões frente aos riscos produzidos pelo próprio desenvolvimento social e tecnológico, como mudanças climáticas, avanços da inteligência artificial e degradação ambiental. Além disso, essa formação os capacita a abordar problemas perversos (“wicked problems”), que não possuem soluções simples e requerem uma compreensão crítica e contextualizada. Professores com uma percepção de risco ampliada estão mais bem preparados para conectar conteúdos científicos a questões sociais relevantes, utilizando o ensino como um espaço para reflexões éticas e críticas sobre esses temas. Isso influencia diretamente a forma como eles abordam e ensinam os riscos aos alunos, ajudando a formar cidadãos mais conscientes e capazes de agir frente aos desafios da sociedade moderna (Beck 1992; Pietrocola et al., 2021).

## METODOLOGIA

Minayo (2012) ressalta os verbos “compreender, interpretar e dialetizar” junto aos substantivos “experiência, vivência, senso comum e ação” como componentes fundamentais para análises como propostas neste trabalho, que tem como objetivo identificar as percepções de professores em formação de uma universidade virtual brasileira sobre o uso de chatbots de inteligência artificial a partir de uma análise qualitativa.

No contexto deste estudo, entendemos a percepção como a organização e interpretação de sensações ou dados sensoriais que resultam em uma consciência de si mesmo e do ambiente. Essa definição abrange a ideia de que a percepção é, essencialmente, uma representação dos objetos e eventos externos. Destacamos o papel crucial da interpretação nesse processo, pois ela evidencia que não percebemos o mundo de forma direta e objetiva; ao contrário, nossa percepção é sempre mediada por uma construção interpretativa do que nos cerca (Davidoff, 1983; Blackburn, 1997; Matos, Jardilino, 2016). Assim, investigar as percepções de professores em formação sobre a inteligência artificial implica compreender não apenas o que esses educadores em formação notam, conhecem e vivenciam, mas como interpretam e atribuem significados aos conhecimentos e às experiências com essas tecnologias em seu contexto educacional como estudante e como futuro educador.

Um questionário online, composto por 11 questões abertas e de múltipla escolha, foi disponibilizado no contexto educacional de uma disciplina de Projeto Integrador para professores em formação. Foram obtidas 9 respostas que foram lidas extensivamente

e organizadas em categorias criadas a posteriori. O Quadro 1, apresenta as questões desenvolvidas e organizadas em relação a três eixos temáticos, de percepções dos professores em formação em relação à IA contendo seus conhecimentos, experiências, vivências e impressões, a interação direcionada com a ferramenta com registros de suas percepções e reflexões sobre o curso de formação de professores que estão cursando em relação aos aspectos que se promoveu uma reflexão ao longo do questionário.

Percepções
<p>Inteligência artificial é um assunto que faz parte do seu cotidiano? Se sim, como?</p> <p>Quando você começou a ouvir falar sobre IA? O que sentiu e sente sobre?</p> <p>Sobre o que você conhece ou já ouviu falar, o que é inteligência artificial? Como funciona?</p> <p>Quais setores da sociedade você acredita que podem mais se beneficiar da IA e como?</p> <p>Quais setores da sociedade você acredita que podem ser mais prejudicados pela IA e como?</p> <p>Você utiliza ou já utilizou ferramentas de inteligência artificial durante seus estudos? Como?</p> <p>Se você utiliza ou já utilizou para estudos, descreva suas experiências, suas percepções e suas conclusões</p>
Interações
<p>Acesse o aplicativo chatgpt.com. Na barra de pesquisa, escreva: “Em sua opinião, qual é o papel da educação e dos professores para a formação de cidadãos que fazem parte de uma sociedade com sistemas de inteligência artificial?”. Copie e cole a resposta do Chatbot aqui.</p> <p>Quais são suas impressões sobre essa interação que fez com a ferramenta? Comente suas impressões gerais e sobre usabilidade, potenciais, limitações e riscos desta ferramenta.</p>
Formação
<p>Você se sente preparado para introduzir um chatbot de IA em suas práticas de ensino?</p> <p>O que você acha que funcionou e o que não funcionou na sua formação aqui na sua universidade para trabalhar com a IA como estudante e como futuro professor licenciado?</p>

Quadro 1 - Questões apresentadas para os participantes via questionário online.

Para a organização dos dados foram utilizadas as técnicas de análise de conteúdo, conforme os procedimentos metodológicos descritos por Bardin (2016). Os dados, após leitura extensiva, identificação de elementos semelhantes e organização em unidades de sentido, permitiram a emergência de categorias relacionadas às percepções, experiências e posicionamentos dos professores em formação em relação ao tema investigado.

## Resultados e discussão

Ao considerarmos os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs), que viabilizam encontros de professores e alunos geograficamente distantes, nos deparamos com os fóruns de discussões, espaços de interação síncrona e assíncrona dos participantes, realidades que demandam adaptações metodológicas e práticas (Bertoluci, Souza, 2018). Comumente o aprendiz no online é apresentado a formas mais flexíveis e autônomas de aprender (Mello, Barros, 2014).

A pesquisa contou com a participação de nove respondentes, todos estudantes de uma disciplina de

projeto integrador dentro de uma Universidade Estadual de Ensino a Distância. Oito deles estão cursando sua primeira graduação, enquanto um já possui formação superior. A maioria, sete participantes, está matriculada no curso de licenciatura em Pedagogia, com os demais divididos entre Letras e Matemática.

Quanto ao uso de ferramentas tecnológicas, três afirmaram nunca ter utilizado IA, enquanto seis declararam utilizá-la regularmente. Um dos respondentes, identificado como P4, destacou: “Utilizo para qualquer dúvida, desde a mais simples do cotidiano até a mais complexa. Agora com a disponibilidade no WhatsApp, ficou mais fácil e rápido”. Esses dados reforçam a importância de se proporcionar reflexões sobre as consequências das inovações tecnológicas (Lehmann; Parreira, 2019).

Ao serem questionados sobre quando começaram a ouvir falar sobre inteligência artificial, seis participantes afirmaram não se lembrar, dois indicaram que o contato foi recente, há cerca de dois anos, e um relatou ter conhecido o tema há dez anos, por meio de um artigo de revista. Esses dados sugerem uma variação significativa no grau de familiaridade com IA entre os participantes, evidenciando a necessidade de ampliar discussões e reflexões sobre o tema no ambiente educacional. O Quadro 2, apresenta as percepções mediadas por sentimentos dos participantes.

Sentimentos			
Unidade de sentido	Frequência (100% = 9 participantes)	Excerto	ID
Medo	33%	Pra ser sincera eu sinto um pouco de medo... Essa realidade que antes parecia tão distante, chegou até nós, e isso é um pouco aterrorizante... (P6).	P1, P2, P6
Dualidade	11%	Há pouco tempo. Trata-se de um caminho sem volta que apresenta uma dualidade (P3).	P3
Indiferença	11%	Não sei a data, porém obtive informações pela minha filha, que utilizava para fazer trabalho escolar (P4).	P4
Empolgação	22%	Me senti otimista, pois a IA nos ajudaria em várias tarefas, como os estudos e também apreensiva sobre até onde vão os seus limites (P8).	P5, P8
Curiosidade	22%	Curiosidade em como poderia afetar nosso dia a dia (P7).	P7, P9

Quadro 2 - Percepções mediadas por sentimentos sobre a IA.

Os sentimentos em relação à IA são variados, refletindo diferentes níveis de familiaridade e percepção sobre a tecnologia. Medo é o sentimento mais citado (33%), indicando uma preocupação relevante, possivelmente associada aos riscos percebidos, como falta de privacidade ou informações incorretas. Outros participantes demonstraram empolgação (22%) e curiosidade (22%), sugerindo uma abertura para explorar o potencial da IA, enquanto a dualidade (11%) aponta para uma visão ambivalente. Esses dados ressaltam a necessidade

de abordar os aspectos emocionais relacionados à IA na formação de professores, fornecendo uma base informada para superar o medo e fomentar o engajamento crítico.

A integração da Inteligência Artificial na educação traz impactos significativos nas práticas pedagógicas, exigindo uma reavaliação das estratégias de ensino e dos processos avaliativos e um início imediato do processo adaptação por parte dos educadores, tanto em atuação quanto em formação, para conviver com sistemas inteligentes, que se tornam cada vez mais presentes na sociedade. Este processo de transformação pode ter início por meio da implementação de um eixo metodológico interdisciplinar que permita a experimentação eficaz dessas tecnologias, principalmente no contexto da formação de professores, visando garantir que haja vivência, espaço para aquisição de conhecimentos, desenvolvimento de percepção de risco elevada, uso reflexivo e guiado para aplicação didática fundamentada na ética e na formação cidadã, e promoção de um ambiente educacional mais dinâmico e personalizado (Giraffa; Kohls-Santos, 2023). O Quadro 3, apresenta as percepções mediadas por experiências com IA.

Experiências: uso			
Unidade de sentido	Frequência (100% = 9 participantes)	Excerto	ID
Não utiliza	33%	Ainda não, conheço de ouvir falar. Já assisti a vídeos, conversei com amigos, porém ainda não a utilizo (P3).	P1, P3, P4
Utiliza para estudos	55%	Sim, já reformulei textos e organizei relatórios, já fiz perguntas específicas para o chat GPT (P2).	P2, P5, P7, P8, P9
Utiliza no dia a dia	11%	Já podemos ver IA no dia a dia.. até no próprio celular em anúncios de apps (P6).	P6
Experiências: impressões			
Surpreendente	22%	Claro que nunca deixo de me surpreender com sua capacidade generativa [...] (P9).	P3, P9
Prática	44%	Achei a interação com o ChatGPT prática! Ele entende as perguntas rapidamente e oferece respostas claras . Em termos de usabilidade, o site é simples e fácil de usar, o que torna o acesso às respostas bem rápido (P8).	P4, P5, P7, P8

Assustadora	22%	Como já disse eu acho assustadora. A velocidade das informações , a impressão que estamos sendo vistos, ouvidos e vigiados o tempo todo causa um pouco de receio frente ao que pode vir nos próximos anos (P6).	P1, P6
Preocupante	55%	Acredito que essa ferramenta pode trazer inúmeros benefícios, como a facilitação em pesquisas e estudos. O que preocupa apenas, é a questão da honestidade de quem o usa, fazendo de forma errada e apenas copiando e colando trabalhos de lá, fazendo com que não aprenda realmente (P9).	P2, P5, P7, P8, P9

Quadro 3 - Percepções mediadas por experiências com IA.

Embora 55% dos participantes utilizem IA para estudos, 33% afirmaram não a utilizar, o que pode refletir uma barreira de acesso ou falta de conhecimento sobre suas aplicações práticas. Apenas um participante mencionou o uso da IA no dia a dia (11%), destacando a potencial subutilização da tecnologia. Isso demonstra que, apesar do crescente interesse, a integração da IA nas práticas cotidianas ainda é limitada, apontando para a importância de capacitar professores para incorporar essas ferramentas em sua rotina pedagógica.

Quando questionados sobre a adequação da formação universitária virtual para prepará-los no uso de sistemas de IA como estudantes, apenas um participante respondeu positivamente. Esse dado evidencia uma lacuna significativa na integração dessas ferramentas no ensino, especialmente considerando seu potencial para apoiar estudantes em contextos de educação a distância. A IA, que pode ser uma aliada poderosa no fortalecimento de práticas de estudo autônomo e na sistematização de informações, parece estar subutilizada e pouco valorizada no processo formativo (Costa Júnior et al., 2023).

A percepção de que a IA é preocupante (55%) e assustadora (22%) reforça o impacto das incertezas e dos riscos associados à tecnologia, enquanto uma parcela significativa (44%) considera a IA uma ferramenta prática, evidenciando seu potencial utilitário. O contraste entre preocupações e praticidade sugere que a formação docente deve incluir discussões críticas e contextualizadas sobre os riscos e benefícios da IA ajudando os professores a navearem por essas contradições. O Quadro 4, apresenta as percepções mediadas por conhecimentos sobre a IA.

<b>Conhecimentos: Como funcionam?</b>			
<b>Unidade de sentido</b>	<b>Frequência (100% = 9 participantes)</b>	<b>Excerto</b>	<b>ID</b>
Desconhece	33%	Não sei como funciona (P1).	P1, P3, P4
Análise de grandes volumes de dados	33%	De modo geral, até uma simples pergunta sobre a previsão do tempo no google já é tida como uso dessa inteligência, ela funciona através da análise de grandes volumes de dados (P2).	P2, P5, P9
Algoritmos	22%	[...]. É baseada em algoritmos e dados (P6).	P6, P8
Aprende com o uso	22%	[...] quanto mais o utilizamos mais informações eles armazenam (P7).	P7, P9
<b>Conhecimentos: O que a IA é capaz de fazer?</b>			
Desconhece	11%	Não entendo muito sobre (P1).	P1
Fornecer respostas à perguntas	66%	Eu penso, que a inteligência artificial sabe responder a qualquer pergunta, sobre qualquer assunto [...] (P4).	P2, P3, P4, P6, P7, P8
Tomada de decisão (Característica de humanos)	33%	IA é um mecanismo que permite a máquinas a avaliar, assimilar e aprender.  O programa coleta dados e analisa as informações utilizando uma alta capacidade de processamento, com isso toma decisões e realiza tarefas de modo autônomo (P9).	P5, P6, P9
<b>Conhecimentos: Definição de IA</b>			
<b>Unidade de sentido</b>	<b>Frequência (100% = 9 participantes)</b>	<b>Excerto</b>	<b>ID</b>
Tecnologia	11%	Inteligência artificial é uma tecnologia que permite que máquinas “pensem” e resolvam problemas, aprendendo com dados para melhorar suas respostas (P8).	P8
Ferramenta	22%	[...] Não é uma ferramenta que faz você pensar, refletir e argumentar, apenas dá as respostas prontas sobre dúvidas e curiosidades. Eu sempre usava o Google, mas agora temos mais opções (P4).	P3, P4

Tipo de sistema	22%	Um sistema onde é abastecido por informações sobre todo tipo de assunto e quanto mais o utilizamos mais informações eles armazenam (P7).	P5, P7
Chatbot	66%	Eu penso, que a inteligência artificial sabe responder a qualquer pergunta, sobre qualquer assunto [...] (P4).	P2, P3, P4, P6, P7, P8
Área de conhecimento	11%	Eu creio que a IA é uma área da Ciência da Computação que cria sistemas, traz respostas, realiza tarefas, já oriundas do próprio Google ou site de buscas [...] (P6).	P6
Mecanismo	11%	IA é um mecanismo que permite a máquinas a avaliar, assimilar e aprender [...] (P9).	P9
Desconhece	11%	Não sei como é utilizado (P1).	P1

Quadro 4 - Percepções mediadas por conhecimentos sobre a IA.

As lacunas no conhecimento são evidentes, com 33% dos participantes desconhecendo como a IA funciona. Por outro lado, 33% reconhecem que ela analisa grandes volumes de dados, e 22% mencionaram algoritmos e aprendizado com o uso como características fundamentais. Quando questionados sobre o que a IA é capaz de fazer, 66% identificaram sua capacidade de fornecer respostas a perguntas, mas apenas 33% mencionaram que ela pode realizar tarefas associadas à tomada de decisão.

A definição de IA também apresenta diversidade: enquanto 66% a identificaram como um chatbot, apenas 11% a definiram como uma área de conhecimento, evidenciando uma compreensão limitada e fragmentada. Esses achados indicam a necessidade de ampliar o entendimento técnico e conceitual da IA no contexto educacional, afinal, as conexões entre IA e educação consistem em uma área de pesquisa, que existe desde a década de 1970, que tem como objetivo compreender como ocorre o aprendizado e fornecer subsídios para aprimorar as práticas docentes, promover o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem personalizados, adaptados e eficazes (Cieb, 2019).

A IA na educação é subdividida em áreas, das quais muitas são amplamente estudadas e com sistemas existentes e funcionais, como: Sistemas Tutores Inteligentes, que ajustam o conteúdo e as atividades de aprendizagem com base no desempenho e nas preferências dos alunos; sistemas de análise de aprendizagem, que identificam padrões em instrumentos de coleta de dados das instituições para guiar planos de ação; chatbots educacionais, que são assistentes virtuais com capacidade de responder perguntas sobre determinado material ou plataforma;

sistemas de avaliação automatizada, que corrigem e fornecem feedback personalizado para cada estudante; sistemas que permitem que o estudante interaja de maneira gamificada com plataformas que o permitem simular processos de tomada de decisão; modelos de predição com recomendação de conteúdo, que mediante o desempenho dos estudantes em exercícios sugere novas atividades para praticar o que ainda necessita de atenção; sistemas de realidade virtual e aumentada etc (Giraffa; Kohls-Santos, 2023).

O fato dos professores em formação participantes da pesquisa relacionarem IA diretamente com os chatbots, como o ChatGPT, evidencia a necessidade de que este tópico, com sua amplitude e abrangência seja inserido nos currículos de formação de educadores. No Quadro 5, seguinte, destaca-se as percepções dos estudantes sobre os potenciais da IA.

Potenciais			
Unidade de sentido	Frequência (100% = 9 participantes)	Excerto	ID
Facilitar pesquisas	44%	Acredito que essa ferramenta pode trazer inúmeros benefícios, como a facilitação em pesquisas e estudos [...]. (P7).	P2, P4, P6, P7
Otimizar produções de textos	11%	Ela nos auxilia muito, faz o trabalho “braçal”. Pode, ao verificar textos, buscar similaridades, propor correções, sugerir melhorias, etc (P3).	P3
Resolução de problemas	22%	Inteligência artificial é uma tecnologia que permite que máquinas “pensem” e resolvam problemas, aprendendo com dados para melhorar suas respostas (P8).	P8, P9
Personalização do ensino	11%	Setores como saúde, educação e segurança podem se beneficiar muito da IA, com [...] ensino personalizado [...] (P8).	P8
Precisão	44%	[...] a IA pode melhorar a eficiência, a precisão e tomada de decisão em diversos setores, trazendo benefícios à sociedade como um todo (P6).	P2, P5, P6, P8
Automatização	22%	Podemos usar em qualquer setor, [...] um trabalho repetitivo e com a ajuda da inteligência artificial, ela criou um “robo” para fazer por ela, ficou automatizado (P4).	P3, P4

Sintetizar textos	11%	Elá consegue sintetizar textos grandes em pontos principais, o que economiza bastante tempo [...]. (P8).	P8
Perceber padrões	11%	A capacidade de percepção de padrões e identificar pontos a serem reforçados, me ajudaram a avançar. (P9).	P9
Não identifica potenciais	11%	Não entendo muito sobre (P1).	P1

Quadro 5 - Percepções de potenciais da IA.

A baixa frequência de menções à personalização e otimização pedagógica sugere uma oportunidade de explorar mais profundamente as aplicações educacionais da IA, visto que diversas ferramentas utilizando IA já existem e estão disponíveis, e de que existem mais potencialidades que precisam ser exploradas.

Pesquisas como a de Lo (2023) sumarizam propostas de como os chatbots pode contribuir nos processos tanto de ensino como de aprendizagem, indicando que podem ser utilizados para fornecer ponto de partida no desenvolvimento de materiais de aulas, como sequências didáticas, questões essenciais, adequação de temas e conteúdos a determinados contextos e a abordagens pedagógicas específicas; podem ser utilizadas para tornar o processo de aprendizagem mais ativo, com o uso de ferramentas de busca para aplicar estratégias de sala de aula invertida, por exemplo; e utilizar a ferramenta para trabalho colaborativo com projetos e pesquisas voltadas para resolução de problemas complexos e reais. Por fim, o Quadro 6, abaixo, apresenta as percepções de riscos dos estudantes acerca da IA.

Riscos			
Unidade de sentido	Frequência (100% = 9 participantes)	Excerto	ID
Falta de legislação	22%	[...] Já que erros podem vir a ser danosos e seu uso indiscriminado sem um certo controle legal pode gerar muita informação falsa, golpes digitais etc. (P9).	P1, P4, P9
Dependência	22%	Acredito que seja na área da Educação, pois facilita muito os estudos e aí ninguém mais pensa, podendo haver uma dependência da tecnologia, prejudicando as habilidades das pessoas [...]l (P8).	P2, P3, P8
Privacidade	44%	Acredito que na privacidade o uso de IA para coletar e analisar dados pessoais pode resultar em vazamentos e uso indevido de informações, comprometendo a privacidade dos indivíduos (P6).	P2, P5, P6, P9

Informações incorretas	33%	[...] a depender da ferramenta, é necessário verificar as informações ou ter um mínimo de entendimento da matéria para perceber possíveis erros (P9).	P5, P8, P9
Plágio	11%	[...] O que preocupa apenas, é a questão da honestidade de quem o usa, fazendo de forma errada e apenas copiando e colando trabalhos de lá, fazendo com que não aprenda realmente (P7).	P7

Quadro 6 - Percepções de riscos da IA.

Os riscos mais citados incluem privacidade (44%) e informações incorretas (33%), refletindo preocupações reais sobre o uso responsável da IA. Outros riscos destacados incluem falta de legislação (22%), dependência (22%) e plágio (11%). Esses dados indicam que os professores reconhecem as implicações éticas e sociais do uso da IA, mas podem necessitar de apoio para compreender e mitigar esses riscos, especialmente no ambiente educacional. Os riscos mencionados pelos participantes da pesquisa estão de acordo com os identificados pela revisão de literatura proposta por Lo (2023), e momentos de reflexão sobre estes riscos, bem como a partilha no contexto das turmas de formação são importantes para ampliar a percepção dos riscos.

Não apareceram menções, em relação aos riscos ou preocupações identificadas pelos professores em formação, aos impactos da IA sobre o emprego. Porém, de acordo com o estudo feito pelo instituto McKinsey (2017), quase todas as áreas profissionais podem estar sujeitas, em breve, à automação comandadas por sistemas de IA reforçando a necessidade de preparação para a mudança de atitude pedagógica e comportamento docente (Parreira; Lehmann, Oliveira, 2021).

Quando questionados sobre se sentirem preparados para trabalhar com a IA, 5 respondentes indicaram que não e 4 que sim. Os professores em formação que indicaram se sentir preparados (P2, P5, P8, P9), são aqueles que indicaram utilizar chatbots para estudos, que indicaram conhecer um pouco sobre o que é e como funciona a IA e que apontam sentir certa preocupação em relação à IA quando fazem seu uso.

Os resultados mostram que os participantes têm uma visão multifacetada da IA, mas frequentemente limitada ou fragmentada. A formação de professores deve abordar tanto os aspectos técnicos quanto os éticos da IA explorando seu potencial pedagógico e promovendo uma percepção crítica sobre os riscos. Além disso, é essencial criar um espaço para que os professores reflitam sobre suas experiências e sentimentos, integrando discussões práticas e teóricas que os preparem para usar a IA de maneira eficaz e responsável na educação.

A implementação da inteligência artificial nas instituições de ensino superior enfrenta diversos

desafios, incluindo a necessidade de capacitação dos professores, a dependência tecnológica que pode resultar em problemas com falhas de sistemas, e a qualidade dos dados, que é crucial para a eficácia dos modelos de IA. Além disso, a interoperabilidade entre diferentes sistemas e plataformas é um obstáculo significativo, assim como as questões éticas e legais que surgem com o uso da tecnologia. A falta de transparência nos algoritmos de IA também dificulta a compreensão das decisões tomadas, tornando a identificação de erros um desafio. Esses fatores exigem um esforço conjunto de todos os envolvidos para garantir uma aplicação eficaz e ética da inteligência artificial na educação (Costa-Júnior et al., 2023; Marcom; Porto, 2023).

A capacitação dos professores é essencial para a implementação eficaz da inteligência artificial no ensino superior. Os docentes precisam adquirir novas habilidades e conhecimentos para se adaptarem às mudanças tecnológicas, o que envolve a participação em programas de treinamento contínuo, como workshops e cursos de certificação. Essa capacitação deve ser vista como um processo contínuo e reflexivo, que não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também aborda as implicações éticas e sociais da tecnologia, promovendo uma cultura de inovação e experimentação nas instituições de ensino (Costa-Júnior et al., 2023).

O estudo promovido por Marcom e Porto (2023) conclui que a formação docente é fundamental para a efetiva integração da inteligência artificial (IA) nas práticas educativas, destacando a necessidade de um enfoque na capacitação dos professores para a implementação da IA no contexto educativo, sendo também essencial que as instituições e o governo disponibilizem recursos tecnológicos adequados para facilitar essa integração. Os autores também ressaltam que a IA pode ser utilizada não apenas para questões de aprendizagem, mas também para a gestão de dados, sugerindo que uma proposta educacional abrangente deve ser desenvolvida para explorar plenamente o potencial da IA nas escolas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do objetivo de identificar as percepções de professores em formação de uma Universidade Virtual brasileira sobre o uso de chatbots de inteligência artificial a partir de uma análise qualitativa, foi possível explorar os conhecimentos, experiências e vivências desses educadores em formação, detectando como eles interpretam e atribuem sentido ao uso dessas tecnologias em seu contexto acadêmico e profissional em desenvolvimento. A metodologia adotada, com questionários organizados em eixos temáticos e categorias construídas a posteriori, permitiu captar uma visão detalhada das impressões e reflexões dos participantes sobre a temática.

Os resultados da pesquisa apontam para a necessidade de reformular os currículos de formação de professores, incorporando tópicos relacionados à inteligência artificial de forma mais estruturada e abrangente. É fundamental que os educadores compreendam não apenas as aplicações práticas da IA, mas também seus aspectos técnicos, éticos e sociais, visto que,

como todo risco manufaturado, ao mesmo tempo em que oferece oportunidades para inovação pedagógica e inclusão, também expõe professores e alunos a novos desafios, como a dependência tecnológica, a proteção de dados e a desinformação.

Embora os participantes reconheçam os potenciais da IA, como facilitar pesquisas e personalizar o ensino, as percepções fragmentadas sobre seu funcionamento e os riscos associados, como privacidade e informações incorretas, indicam lacunas significativas na formação docente. Nesse cenário, a percepção de risco desempenha um papel crucial.

A formação docente não deve apenas capacitar professores a utilizar ferramentas de IA, mas também a identificar, avaliar e mitigar os riscos associados ao seu uso. Isso inclui preparar educadores para lidar com dilemas éticos e reconhecer desigualdades que podem ser amplificadas por tecnologias mal aplicadas, além de abordar a IA como um problema complexo, orientando como este pode ser abordado também no ensino, de maneira sistêmica, assim como idealmente será feito na formação de professores, ou seja, capacitar para a percepção de risco, para o uso crítico e para a reflexão em nível sistêmico considerando a dualidade que estes professores em formação representam, como estudantes e como docentes.

Assim, é fundamental que a comunidade educacional e as políticas públicas considerem a inteligência artificial não apenas como uma ferramenta, mas como um agente que impacta valores, práticas e estruturas sociais. Somente uma abordagem crítica, informada e inclusiva permitirá que os benefícios da IA sejam amplamente alcançados, minimizando os riscos associados e promovendo uma educação mais equitativa e significativa em meio às incertezas de uma sociedade em constante transformação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, L. (2023). Inteligência artificial e educação: refletindo sobre os desafios contemporâneos. [S. l.: s. n.].
- Anyoha, R. (2017). *The history of artificial intelligence*. Harvard University.  
<https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (L. A. Reto & A. Pinheiro, Trads.). Edições 70.
- Beck, U. (1989). On The Way To The Industrial Risk-Society? Outline Of An Argument. Thesis Eleven, 23(1), 86–103. <https://doi.org/10.1177/072551368902300106>
- Beck, U. (1992). *La Société du risque*. Aubier: Edições Alto.
- Bertoluci, E., & Souza, A. R. D. (2018). Processos de ensino e aprendizagem de Matemática em um formato híbrido na educação superior. *Revista Diálogo Educacional*, 18. <https://doi.org/10.7213/1981-416X.18.057.A004>

- Bozkurt, A. (2023). Generative Artificial Intelligence (AI) Powered Conversational Educational Agents: The Inevitable Paradigm Shift. *Asian Journal of Distance Education*, 18, 198–204.
- CIEB - CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. (2019) *Notas técnicas #16: inteligência artificial na educação*. São Paulo: CIEB, 2019. Disponível em: [https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB\\_Nota\\_Tecnica16\\_nov\\_2019\\_digital.pdf](https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf).
- COMEST. (2019). Preliminary study on the ethics of artificial intelligence. Paris: UNESCO.
- Costa Júnior, J. F., Lima, U. F., Leme, M. D., Moraes, L. S., Costa, J. B., Barros, D. M., Sousa, M. A. M. A., & Oliveira, L. C. F. (2023). A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior. *Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem*, 6, 246–269.
- Davidoff, L. L. (1983). Introdução à Psicologia. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil.
- Giraffa, L., & Khols-Santos, P. (2023). Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. *Educação em Análise*, 8(1), 116–134.
- Giulio, G. M., Vasconcellos, M. d. P., Günther, W. M. R., Ribeiro, H., & de Assunção, J. V. (2015). Percepção de risco: Um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. *Saúde e Sociedade*, 24(4), 1217–1231.
- Lehmann, L.; Parreira, A. Instrumentos inovadores de aprendizagem: uma experiência com o WhatsApp Revista Lusófona de Educação, Lisboa, v. 43, n. 43, p. 75-89, maio 2019.
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Lo, Chung Kwan. (2023) What Is the impact of ChatGPT on education? a rapid review of the literature. *Education Sciences*, Basel, v. 13, n. 4, p. 410.
- Marcom, J. L. R., & Porto, A. P. T. (2023). O uso da inteligência artificial na educação com ênfase à formação docente. *Revista de Ciências Humanas*, 24(3), 229–246. <https://doi.org/10.31512/19819250.2023.24.03.229-246>
- Matos, D. A. S., & Jardilino, J. R. L. (2016). Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. *Educ. Form.*, 1(3), 20–31. <https://doi.org/10.25053/edufor.v1i3.1893>
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. (2017) Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation: executive summary. [S. I.].
- Mello, D. E., & Barros, D. M. V. (2014). Didática do online.
- Miao, F. et al. (2021). AI and education guidance for policymakers. Paris: UNESCO.
- Microsoft. (2021). Microsoft computer science curriculum toolkit.

- Minayo, M. C. S. (2012). Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. *Ciência saúde coletiva* [online]. 2012, vol.17, n.3, pp. 621-626.
- OpenAI. (2021). *ChatGPT* (Versão 3.5) [Software]. Recuperado de <https://openai.com/>
- Parreira, A., Lehmann, L., & Oliveira, M. (2021). O desafio das tecnologias de inteligência artificial na educação: percepção e avaliação dos professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(113), 975–999.
- Pavlik, J. V. (2023) Journalism & Mass Communication Educator, 78, 84.
- Pietrocola, M., Rodrigues, E., Bercot, F., & Schnorr, S. (2020). Risk Society and Science Education. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00176-w>
- Sørensen, M. P. (2018). Ulrich Beck: exploring and contesting risk. *Journal of Risk Research*, 21(1), 6–16. <https://doi.org/10.1080/13669877.2017.1359204>.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460.
- UNESCO. (2022). *Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação*. UNESCO.
- Veyret, Y. (Org.). (2003). *Les risques*. Paris: Armand Colin.
- Veyret, Y. (Org.). (2012). *Dicionário do meio ambiente*. São Paulo: SENAC.

# **POSIBLES USOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES QUE SE FORMAN COMO DOCENTES**

Beatriz Pérez Rodríguez – IFD Florida, Uruguay

Fernanda Alvarado Paolino – IFD Florida, Uruguay

Diego Laitano Vázquez – IFD Florida, Uruguay

## **INTRODUCCIÓN**

La formación en ciencias naturales de las personas comienza a partir de su infancia y de forma generalmente autónoma, independientemente del derrotero que la misma siga en cada caso particular a lo largo de su vida, especialmente una vez que comienza la escolarización obligatoria. La educación en ciencias naturales, se concibe como un derecho en las infancias y adolescencias que se asocia con la construcción de una “(...) plataforma para dar sentido a nuestro entorno, para disfrutarlo, enriquecen nuestra mirada y ampliar nuestros horizontes” (Furman, 2018, p.29). Su relevancia en la formación de la ciudadanía es condición *sine qua non* para el desarrollo del pensamiento, y en algunas personas eventualmente puede despertar el interés por aproximarse a la formación científica a nivel profesional.

En consonancia, el desarrollo de la experiencia tiene su canalización en estudiantes que cursan formación docente en Uruguay, con dependencia en el Consejo de Formación en Educación (CFE), subsistema perteneciente a la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP). Además, en concreción, el trabajo comprende a estudiantes de la carrera Maestro/a de Educación Primaria (MEP) y Profesorado de Ciencias Biológicas para la Enseñanza Media, quienes tienen diferentes estructuras curriculares en los Planes (2008 y 2023) de la formación de grado, pero coincidencias de asignaturas en el tronco común (plan 2008) o trayecto formativo equivalente (plan 2023), con perspectiva de un abordaje que aproxime y permita la reflexión en el uso de la inteligencia artificial generativa, en el marco del rol como estudiantes y docentes practicantes. Con respecto al ejercicio de la práctica-docente, en el caso de estudiantes de la carrera MEP, la misma se implementa en Escuelas Públicas de Práctica de la ciudad en que pertenece el Instituto de Formación Docente (IFD) y por su parte, el profesorado realiza sus prácticas en Liceos Públicos del departamento donde se localiza el Centro Regional de Profesores (CeRP).

La inteligencia artificial generativa (en adelante IAG) se nominó y conceptualizó en 1956 y su desarrollo hasta la actualidad no está exento de varias anécdotas que pueden resultar

de relevancia y dan muestra de la resonancia que tienen estas tecnologías, cuyo desarrollo se incrementa de forma constante y exponencial (López-Portillo, 2018) lo que también, impacta en el ámbito educativo. De esta forma, aparece la inventiva de formar y reflexionar sobre los riesgos y oportunidades que comprenden a estas tecnologías, en perspectiva de una educación en clave de Derechos Humanos y coherente con los objetivos de desarrollo sostenible a futuro.

En noviembre de 2022 el ChatGPT, como modelo de lenguaje basado en Inteligencia Artificial Generativa y su utilización masiva introdujeron cambios en los más diversos ámbitos de la vida social (Sigman y Bilinkis, 2023), donde la educación está comprendida entre ellas. El surgimiento del Chatbot, acompañado por un uso que podría señalarse como ingenuo, generó tal disruptión que según Bordignon, Dughera, y Tolosa (2023) “(...) la inteligencia artificial es utilizada como sinónimo de la IAG y/o esta es tratada como equivalente a Chat GPT” (p. 178). Por su parte otras personas le dan a estas tecnologías la cualidad de un ente casi humano, a pesar de lo que señala en su contrapunto el Cuarteto de Nos: “Tu vida es por su invención y digo: “vida” con compasión a un rejunte irrazonable de circuitos, chips y cables sin alma ni corazón” (Musso Focaccio, 2019).

La utilización masiva y abrupta de herramientas de Inteligencia Artificial es un fenómeno que puede considerarse relativamente nuevo, que invadió en los últimos años la cotidianeidad de la ciudadanía (Sigman y Bilinkis, 2023), de las cuales la actividad educativa no está exenta. Este cambio, abrupto y casi generalizado copó el espacio áulico, y como sucede ante estos eventos, acarrea las más diversas reacciones en los colectivos docentes. El abanico de respuestas se sitúa en todos los puntos posibles entre las posturas netamente tecnofóbicas y aquellas puramente tecnofílicas. Como en diversas temáticas que generan tensión, la incorporación en el aula, por la vía de los hechos de IAG, habilita a tomar posturas extremas. Sin embargo, en este caso en particular, posicionarse en los extremos poco aporta a la utilización crítica y pertinente por parte del estudiantado en general y de aquellos que se forman como docentes en particular. Desde las posturas tecnofóbicas se pierde la oportunidad de aportar a los estudiantes espacios que les permita comprender la lógica con la que funcionan los algoritmos, cuyas manifestaciones están presentes en la toma de decisiones implicadas en la cotidianeidad, independientemente de la vinculación con la vida académica de las personas (Questa Torterolo y Pérez Rodríguez, [En prensa]). En contraposición, las miradas absolutamente tecnofílicas vuelven al sujeto manipulable por las grandes industrias creadoras de software, crédulos y motivables por intereses subyacentes que desconocen, lo que aporta a la construcción de una mirada acrítica respecto a estas grandes corporaciones internacionales, cuyos intereses pueden catalogarse de cualquier modo a excepción de altruista.

En una coyuntura en la que, a nivel regional, se debate la conveniencia o no de utilizar

dispositivos digitales en las aulas (Zunini, 2024) cobra particular significado, leer el escenario como una oportunidad de posicionarse respecto a esta intromisión tecnológica. El posicionamiento crítico con atención a las posibilidades que brindan las herramientas basadas en estas tecnologías emergentes, para que sean aprovechadas como recursos de enseñanza y a la vez aportar al desarrollo de ciudadanía digital (Questa Torterolo y Pérez Rodríguez, [En prensa]). En términos de Selwin et al, (2022) se trata de “(...) maximizar sus fortalezas, minimizar sus desafíos e identificar las tensiones que conllevan” (p. 138), como un posicionamiento que permite dar una respuesta a la intrusión de estas tecnologías en las aulas en clave de derechos.

Al respecto, en la búsqueda bibliográfica realizada, se alude a potencialidades de las herramientas que surgen con las tecnologías emergentes la posibilidad de generar diseños universales de aprendizaje (DUA), su utilización por parte del estudiantado como asistente académico para la preparación de trabajos, instancias de estudio, preparación de exámenes, además brindan a los docentes la posibilidad de reducir los tiempos de trabajo no pedagógico (Castillejos, 2022). Por otra parte, los riesgos se asocian con los sesgos de diversos tipos que aporta la información, particularmente asociado a grupos minoritarios y de género, a lo que se suma su confiabilidad, así como otras dimensiones que se vinculan a la utilización poco acertada por parte de los usuarios, elementos que entre otros contribuyen al incremento de la brecha educativa, impacto social negativo, entre otros (UNESCO, 2021). Uruguay, a través de CEIBAL (2022) es pionero en la región al construir un Marco Referencial para la enseñanza de la inteligencia artificial, sin embargo muy pocos elementos aporta a los docentes en lo que respecta a principios que faciliten la incorporación de estas herramientas en el aula de forma pertinente, crítica y oportuna. Por su parte, UNESCO (2024) señala cuatro aspectos como centrales o prioritarios a trabajar en relación a la utilización de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa en el espacio educativo obligatorio (nivel primario y medio), se trata del enfoque centrado en el ser humano, la utilización ética, las técnicas y aplicaciones y el diseño de sistemas de Inteligencia Artificial Generativa. En el caso de la formación de docentes de primaria, y media de ciencias biológicas, cobra singular importancia la atención a aspectos relacionados a la construcción didáctica del contenido, se trata de un “(...) *conhecimento ou o saber docente é um amálgama ou um conjunto de saberes de diferentes origens1.*” (dos Santos y Ferreira dos Santos, 2017, p. 2344) A ello se suma que los docentes deben incorporar los emergentes que se presenten a la interna del espacio educativo formal o por fuera de él, a pesar de que luego traspasen los muros de las instituciones y del aula, en términos de Lorenzo (2012): “Esta formación nos exige replantearnos los propósitos y los métodos utilizados hasta ahora en busca de nuevas y mejores alternativas.” (p. 308). Es por ello que la formación de futuros docentes de enseñanza obligatoria (primaria y secundaria) es un factor importante,

aunque claramente no el único, que puede aportar u obstaculizar la aproximación de las infancias y adolescencias a las ciencias naturales (Martín del Pozo et al, 2013) y contribuir al uso de las herramientas basadas en inteligencia artificial generativa. Esta aproximación demanda que ocurra, de forma tal que, se alejen de la monetarización y se aproximen a usos pedagógicos assertivos, de modo que se convierta en una “experiencia académica fusionada sobre una única línea de trabajo, donde coexisten el modo colaborativo de ambos mundos, el ensamblaje de contenidos propios y externos, la curaduría de información y la creación de recursos digitales con alcance globalizador” (Pérez Rodríguez, et al 2024, p. 6)

Desde esta postura teórica, se entiende como un emergente disruptivo que demanda acción didáctico-pedagógica e investigación la incorporación pertinente y constructiva de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa, que ya se encuentra presente en el aula (lo deseen los docentes o no) y los estudiantes utilizan con mayor o menor nivel de cuestionamiento. Es así, que desde la práctica como docentes, formadores de docentes magisteriales y de enseñanza media, se diseñan y proponen una serie de actividades que las incorporen. La socialización de esta experiencia, bajo ningún concepto tiene pretensión de constituirse en un modelo a seguir. Por el contrario, se comparten para ser puestas en cuestión, modificadas y tal vez, tengan el potencial de despertar otras ideas que persigan la intención de favorecer la utilización crítica de tecnologías emergentes en el aula de biología en la formación de docentes, ¿y por qué no de otras carreras o de diferentes niveles educativos?

## **OBJETIVO GENERAL**

Aproximar a los estudiantes que cursan formación docente (magisterial de educación primaria y profesores de ciencias biológicas de enseñanza media) a usos posibles de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa con finalidad pedagógica.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Proponer instancias formativas tendientes a poner en cuestión herramientas basadas en IA generativa, con una doble mirada: desde el rol de estudiantes y docentes practicantes.
- Generar espacios formativos que permitan utilizar dichas herramientas de forma significativa en instancias de evaluación.

## **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La metodología que se pone en práctica enfoca la evaluación en las tres dimensiones que orientan la acción pedagógica (disciplinar, procedural y actitudinal). Si bien la propuesta no se trata de una investigación, la metodología toma insumos de la metodología investigación - acción aplicada al aula (Martínez Miguélez, 2000). El diseño de las propuestas,

así como la elección de las herramientas de IAG a utilizar en cada una se acuerdan entre los docentes integrantes del equipo de trabajo, tras la exploración de varias plataformas. Los criterios que se tienen en cuenta al momento de la selección son: la adecuación de las prestaciones a los fines que se buscan y el acceso que cada una ofrece sin costo a los usuarios. En todo momento se considera que la población objetivo son docentes en proceso de formación de grado, lo que implica considerar las posibilidades y falencias de las prestaciones que cada herramienta brinda, desde una mirada formativa específica, y didáctico-pedagógica. Una vez implementadas las propuestas, se registran las discusiones y aportes de interés que surgen en la interacción entre los estudiantes y con cada docente, las que se comparten sintéticamente. De los distintos espacios de reflexión, entre los actores participantes, surgen aquellas que se comparten al final del artículo.

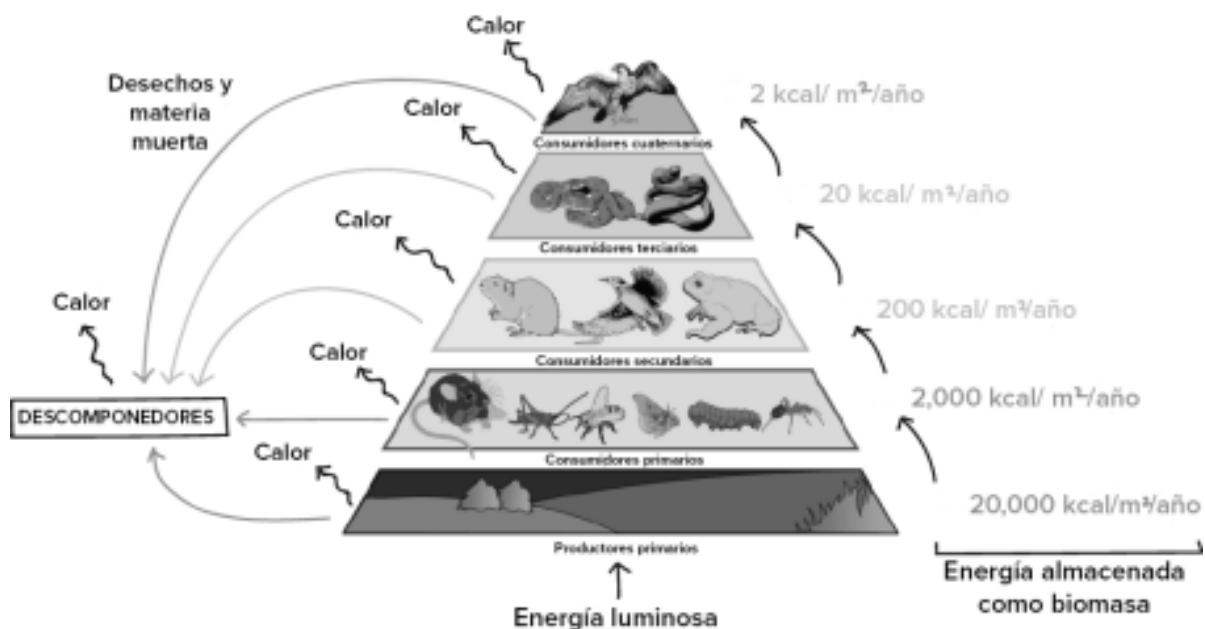
## **CONSIGNAS Y RESULTADOS**

Las descripción del trabajo realizado, los resultados obtenidos y la valoración de los mismos (obtenidos a partir del intercambio entre los actores participantes), se analizan brevemente y presentan a continuación. El énfasis está dado en las prestaciones utilizadas para cada una de las herramientas de inteligencia artificial generativa que se emplean en el trabajo áulico, cada una de ellas se integra en un bloque temático.

## **GPT COMO INSUMO PARA INCORPORAR EN UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN**

Los estudiantes suelen utilizar con frecuencia el chat GPT al momento de resolver diversas consignas. Algunas vinculadas al trabajo habitual en clase, en otros casos se las emplea para resolver propuestas de evaluación, que habilitan su utilización independientemente de la recomendación que pueda dar el docente, por ejemplo en propuestas domiciliarias, la preparación de presentaciones orales, de recursos audiovisuales, etc. En armonía a los intereses del estudiantado y en adición a lo expresado por la revista Nature en un artículo de diciembre del 2024, la elección del chat GPT responde a una cuestión de uso universal (desde el año 2022), asequible en la actualidad y con manifiesta incidencia en la educación. Además, en su expansión, desde la experiencia es posible aseverar, que cuando se la utiliza en estas instancias y de forma autónoma poco se cuestiona la información que aporta, aspecto que cimienta los fundamentos de este trabajo.

Con la finalidad de estimular a los futuros docentes a cuestionar la información aportada por el Chatbot se les solicita que diseñen una consigna para sus estudiantes en los centros de práctica a partir de una imagen (figura 1). Cabe señalar que, se sugiere a los estudiantes tomar el esquema general de la figura y se les sugiere reemplazarla por una más ajustada al nivel con el que trabajan o diseñar una en base a dicho criterio.



**Figura 1. Imagen modelo aportada a los estudiantes practicantes.**

Nota: la imagen se encuentra en el artículo disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/ecology-ap/energy-flow-through-ecosystems/a/food-chains-food-webs>

La consigna que acompaña a la imagen y se entrega a los estudiantes practicantes, para trabajar en equipos, se presenta en la tabla 1.

Esta vez te proponemos diseñar una propuesta de evaluación dirigida a los estudiantes con quienes trabajas en los grupos de práctica. Para ello te solicitamos:

- Indicar el nivel con el que trabajas en el espacio de didáctica práctica docente.
- Selecciona una imagen similar a la propuesta como ejemplo, que se ajuste al nivel educativo con el que trabajas, que luego compartirán con la clase.
- Realiza un punteo de cómo la trabajarías en tu práctica docente, al momento de compartir esta propuesta deberán desarrollarlo a efectos de aportar sus ideas a los demás equipos y recibir aportes por parte de sus pares y docentes.
- Diseña una actividad de evaluación, en la que habiliten la utilización del chat GPT por parte de los niños y niñas o adolescentes (según corresponda).

**Tabla 1. Consigna propuesta a los estudiantes de magisterio y profesorado.**

Por razones de extensión del presente artículo, sólo se señalan los aportes correspondientes a la consigna cuatro, de dos grupos de estudiantes: uno correspondiente a primaria y otro de secundaria. Dado que, según los estudiantes, es la primera vez que piensan en proponer una actividad de esta naturaleza a los estudiantes de su grupo de práctica, se les recomienda que habiliten la mejora de las instrucciones (prompt), en caso de que sus estudiantes lo señalen como posibilidad. En caso contrario, se les pide que recojan los insumos que sus estudiantes tomen del chat.

El grupo de estudiantes que trabaja con cuarto grado de primaria (escolares de 9 y 10 años) proponen como parte de su consigna de evaluación explicar qué representa la pirámide alimenticia que se les proporcionó a los estudiantes como material. Los niños en equipos de

cuatro integrantes preguntan al Chatbox ¿Qué representa una pirámide trófica? Como parte de su respuesta el chat indica:

(..) esta figura permite visualizar jerárquicamente los diferentes grupos de alimentos según la cantidad que se recomienda consumir. La base ancha de la pirámide representa los alimentos que deben constituir la mayor parte de la dieta, como frutas, verduras, y cereales, mientras que la cúspide estrecha indica los alimentos que se deben consumir en menor cantidad, como azúcares y grasas. (OpenIA, 2024, s/p).

Ante tal respuesta, los propios niños identifican el error en la respuesta que da la herramienta, cuestión que los estudiantes practicantes aprovechan para que los niños argumenten, por qué creen que se trata de información incorrecta, lo que convierte a esta evaluación en una oportunidad para aprender más, discutir, argumentar y pensar (Anijovich y Cappelletti, 2018). Además de que los niños vivencien la necesidad de ser críticos, los docentes practicantes tomaron esta experiencia para trabajar aspectos vinculados a la utilización de la herramienta y su confiabilidad.

Por su parte, a los estudiantes de secundaria (14 y 15 años), los docentes practicantes les proponen consultar al chat GPT para diseñar una pirámide trófica típica de un humedal invadido por una especie exótica como la rana toro (*Lithobates caetesbeianus*). Como parte de la consigna los estudiantes deben redactar, con sus palabras, un párrafo que permita explicar a qué se deben los cambios en la representación respecto a la entregada como ejemplo. Uno de los equipos de adolescentes ingresa al chat la instrucción: ¿Cómo hacer una pirámide trófica que incluya una especie invasora del humedal como la rana toro? GPT incluye en su respuesta:

Ejemplo Visual de la Pirámide Alimenticia: Base (Nivel 1): Algas, elodeas, juncos. Segundo Nivel (Consumidores Primarios): Caracoles, renacuajos (incluidos los de la rana toro), pequeños crustáceos. Tercer Nivel (Consumidores Secundarios): Peces pequeños, ranas toro juveniles, aves insectívoras. Cuarto Nivel (Consumidores Terciarios): Ranas toro adultas, garzas, cormoranes, peces depredadores grandes. Descomponedores: Bacterias y hongos [...] Incluir una especie introducida como la rana toro resalta cómo puede alterar las relaciones tróficas y la estabilidad del ecosistema del humedal (...). (OpenIA, 2024, s/p).

Como puede observarse, la respuesta no se ajusta a la instrucción dada por los estudiantes. La herramienta no aporta información que oriente a los estudiantes a realizar la consigna propuestas por sus docentes practicantes. A diferencia de lo que ocurre con los estudiantes de primaria, los de secundaria introducen varias entradas al Chatbot, las que se vuelven cada vez más concretas y vinculadas a la consigna. Sin embargo, expresan no obtener la respuesta que necesitan. Esta experiencia habilita a los docentes practicantes a pensar, en base a sus conocimientos, cómo resolver la consigna a partir del intercambio y la discusión entre pares.

A ello se suma que los docentes practicantes pueden identificar los rasgos de propuestas que no puedan ser respondidas por el chat, y que de este modo permitan valorar la comprensión de sus estudiantes.

## GENERACIÓN DE IMÁGENES

La modelización como estrategia de enseñanza se utiliza frecuentemente en las clases de ciencias naturales, particularmente de biología. Su incorporación depende de la finalidad con la que se le emplee e incluye su construcción, descripción, explicación o análisis crítico. Si bien, es posible abordar diversos contenidos a partir de la modelización, cobra particular significatividad al tocar conceptualizaciones, funciones, fenómenos, etc. que se caracterizan por su elevada abstracción (Oliva, 2019). Por su parte, cuando su construcción persigue una finalidad educativa, se entiende que pueden representar etapas intermedias de los procesos de elaboración del conocimiento a los que se aspira llegar, según expresa Abella: “(...) en los procesos de modelización que llevan a cabo los estudiantes es posible identificar modelos intermedios y aproximaciones parciales que son funcionales, esto es lo que les permite ajustar las representaciones de los fenómenos, pudiendo ser remodelados o reconstruidos” (2021. p. 26).

A diferencia de la anterior, esta propuesta no implica a los estudiantes de los centros de práctica, sino que se enfoca exclusivamente en quienes se forman como docentes de profesorado de ciencias biológicas para educación media. Al menos, de forma pautada por los docentes, las tecnologías emergentes se incorporan en la última etapa de la secuencia de trabajo. En este caso el contenido a abordar es una primera aproximación a la estructura celular.

Esta aproximación centrada en el trabajo con modelos, comienza con el análisis de maquetas disponibles en el laboratorio, desde un punto de vista descriptivo y crítico (incluye el análisis de aquellos rasgos que se ajustan a lo que pretenden representar y aquellos que no). La observación de preparados histológicos frescos, por parte de los estudiantes, y su observación microscópica aportan insumos para un análisis más profundo de las maquetas, por su parte las micrografías presentes en los textos de biología celular aportan a la identificación de estructuras a otro nivel de observación. Estas actividades, centradas netamente en aspectos estructurales se acompaña con el análisis de representaciones en formato audiovisual que emulan algunas funciones celulares.

Al momento de evaluar el trabajo realizado a lo largo de la secuencia expuesta previamente de forma sintética, se propone la utilización de herramientas de inteligencia artificial generativa, en este caso se trata del generador Leonardo AI, con motivo de concebir imágenes a partir de las instrucciones aportadas por los usuarios. Su designación entre pluralidad de herramientas generativas, responde a las adaptaciones en clave de los requerimientos del usuario, el trabajo con algoritmos con grandes referencias visuales, la posibilidad que brinda

en relación a la generación de varias imágenes para cada instrucción que se introduce, la seguridad y protección de la información y principalmente, el conocimiento y uso incipiente del estudiantado.

La consigna de evaluación implica una serie de tres pasos que figuran en la tabla 2.

<b>Consigna de evaluación: la estructura de las células</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ingresa a <a href="https://leonardo.ai/">https://leonardo.ai/</a> diseña instrucciones para introducir en la herramienta para que genere un modelo de alguno de los tipos celulares con los que has trabajado (a tu elección). Es importante guardar registro de las instrucciones, que puedes mejorar si lo deseas, un máximo de dos veces. Es decir, el máximo de prompts a introducir en la herramienta es tres.</li> <li>2. Selecciona para cada instrucción, dos modelos: el que más se ajusta y el que menos lo hace a lo que esperas que la herramienta diseñe.</li> <li>3. Realiza un análisis del que consideres más adecuado con atención a los aspectos positivos y aquellos a mejorar del modelo. Si te consultaran para enriquecer y ajustar la salida de la herramienta: ¿qué sugerencias darías?</li> </ol>

**Tabla 2. Consigna de evaluación con utilización en IA generadora de imágenes.**

A partir del análisis de las instrucciones producidas por los estudiantes, se observa que las mismas, incorporan mayor cantidad de elementos a lo largo de los tres ensayos realizados, cabe señalar que la totalidad del grupo expresa que es la primera vez que la utilizan y desconocían al momento de la propuesta su existencia. Tal vez, a ello se deba que todos los estudiantes que realizaron la evaluación introdujeron el máximo de prompts señalado en la consigna.

A efectos de ejemplificar, se incorporan en la tabla 3 dos de las transcripciones elaboradas por una de las estudiantes en las tres ocasiones, así como dos de las cuatro imágenes generadas por la herramienta para cada instrucción. Las dos imágenes que se presentan para cada caso, se ajustan a ser la que más y menos acordes a lo que la estudiante espera (cuestión con la que el equipo docente coincide).

<b>Instrucciones y diseños generados por LeonardoAI</b>		
<i>Prompts</i> que se introducen	Resultado más ajustado para cada uno	Resultado más discordante para cada uno
Representa la estructura de una célula eucariota vegetal.		

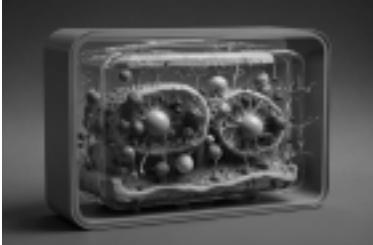
<p>Representa la estructura de una célula eucariota vegetal, con detalles de su interior y los organelos que presenta.</p>		
<p><i>Design a plant cell model</i></p>		

Tabla 3. Instrucciones y resultados aportados para cada una.

*Nota. Elaboración propia a partir de los prompts diseñados por una estudiante e imágenes desarrolladas con LeonardoAI (2024).*

Interesa destacar que la potencialidad que la herramienta presenta se vincula con la creación de imágenes de plantas a nivel macroscópico (o al menos algunos de sus órganos), las que podrían ser empleadas para generar recursos didácticos que, los estudiantes, como futuros docentes pueden emplear en sus clases de práctica pre-profesional y luego profesional. Por otra parte, el que se la utilice sin conocimientos adecuados a la temática, puede inducir a errores importantes, cuestión que lo vuelve más relevante cuando se trata de infantes y adolescentes que buscan un prototipo para diseñar sus modelos, sin abordaje previo de la temática y orientación previa de sus docentes (como practicantes o egresados).

A ello se suma que, la salida habilita a que los futuros docentes en formación de grado corrijan a las imágenes construidas por la herramienta utilizada lo que se entiende como una potencialidad para que se la emplee en instancias puntuales de evaluación, en actividades con finalidad formativa a lo largo de los cursos, así como una instancia especial para poner en cuestión los resultados que las tecnologías emergentes brindan. Se trata de utilizar herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en el aula, pero no desde el lugar de usuarios acríticos, sino posicionados como curadores, desde una perspectiva analítica que enfatice a la inteligencia natural. La significativa mejora de las imágenes al introducir las instrucciones en inglés, generó un rico debate que incorpora la dimensión epistémica de estas herramientas y los intereses que las atraviesan.

Como puede inferirse de las imágenes, el análisis que se plantea en la consigna tres incluye más aspectos a mejorar en las imágenes que aspectos positivos en las representaciones, por su parte las pautas para mejorar los diseños permitieron poner en juego los aprendizajes realizados. Particularmente el trabajo realizado con ésta última consigna superó las expectativas de los docentes; en lo que refiere a las respuestas aportadas por

los estudiantes, así como sobre la potencialidad de la propuesta de evaluación.

De forma somera, los estudiantes identifican como debilidad, la falta de jerarquización al momento de analizar la instrucción por parte de la herramienta, y particularmente la marcada ausencia de rigurosidad disciplinar. Como fortaleza aluden a la calidad de las imágenes, lo que motivó a que de forma autónoma (fuera de la clase) incorporen búsquedas relacionadas a las plantas en interacción con otros organismos, lo que entienden les permitirá generar recursos didácticos para los estudiantes de su práctica pre-profesional.

## EVALUACIÓN DE TEXTOS ACADÉMICOS

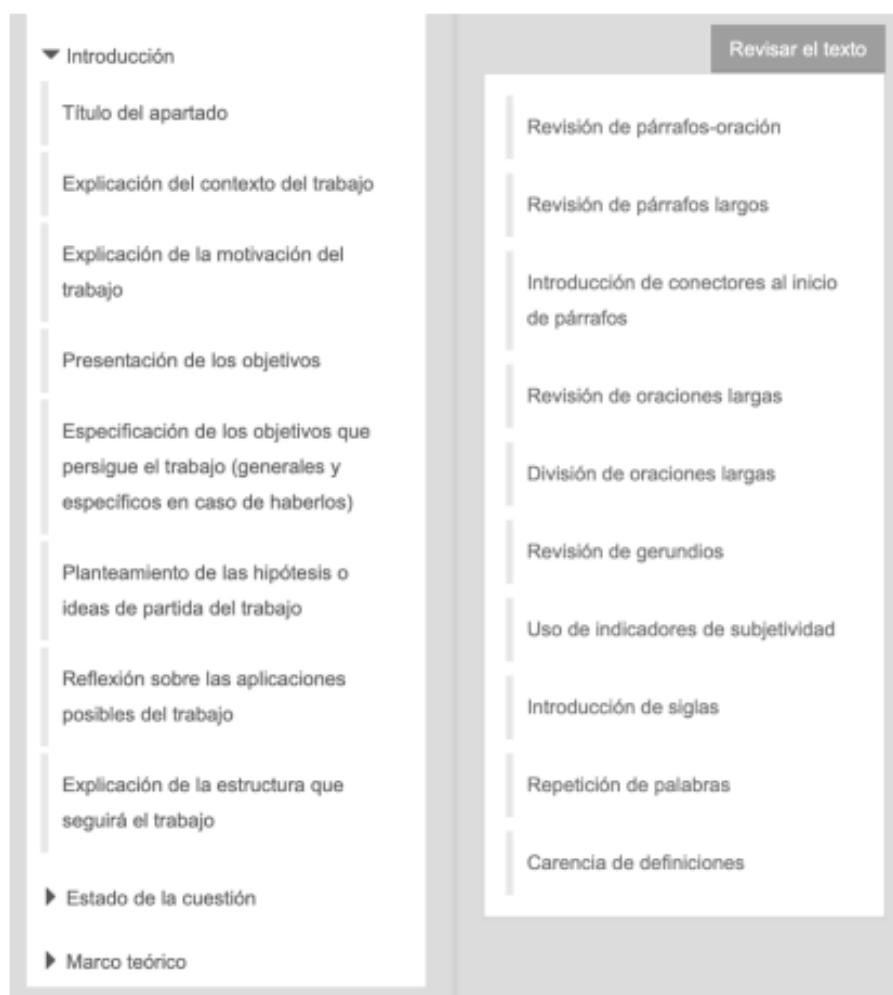
La producción de textos académicos para la presentación de informes de prácticos o proyectos es una actividad frecuente en el aula de biología en la formación de docentes. La producción de estos textos significa a los estudiantes una serie de desafíos, algunos de ellos vinculados al contenido disciplinar del mismo, en tanto otras se relacionan con la producción de textos de esta naturaleza. Si bien, los docentes ajustan ambos aspectos al nivel educativo con el que trabajan, se entiende como una oportunidad de aprendizaje y autoevaluación, contar con una herramienta basada en Inteligencia Artificial Generativa que señale aspectos a mejorar en las producciones previo a su entrega.

Por entenderse que la producción de informes debe ser enseñada, se trabaja en una serie de actividades que no solo incorporan la realización de actividades prácticas (que se convertirán en contenido), sino que abordan el informe como producción textual con características propias. Con esta finalidad se aborda un artículo científico y un informe de práctico, vinculados a contenidos diferentes al práctico que informarán, con el fin de analizar su constitución, el formato de redacción, los bloques temáticos que se incorporan y sus características, el mecanismo de referenciación y demás aspectos formales.

Como parte del trabajo en clase se propone a los estudiantes identificar en su entorno un problema de contaminación, los equipos optan por trabajar la contaminación del agua y suelo. En el ejemplo que se presenta, las estudiantes optan por contrastar el efecto de la calidad del agua sobre bioindicadores de origen vegetal, para ello cada equipo selecciona sitios de interés para la toma de muestras, y utiliza agua destilada como control. El ensayo se realiza durante cuatro semanas, tiempo durante el cual los equipos construyen la introducción, marco teórico y metodología de trabajo. Al finalizar el ensayo, y tras el registro de datos, se trabaja con los resultados, discusión, y conclusiones. Cuando el primer borrador se encuentra completo, se solicita a los estudiantes que lo traigan a clase en su procesador de textos. En clase se presenta la herramienta ArText a los estudiantes con foco en una de sus prestaciones que evalúa aspectos vinculados a la redacción de producciones académicas, así como las generalidades a incorporar en cada bloque temático. La selección de la herramienta se fundamenta en las prestaciones que ofrece, su interfaz, así como en que la misma fue

desarrollada en el marco de un proyecto de investigación llevado a cabo por una Universidad Pública española: la Universidad Nacional de Educación a Distancia, el carácter no mercantil de la prestación seleccionada es entendida como un aspecto relevante en la construcción democrática que requiere ser dado a conocer al estudiantado.

Es interesante mencionar que esta herramienta valora aspectos vinculados a la producción textual, sin incorporar una evaluación disciplinar del contenido. La misma se encuentra disponible en el sitio <https://sistema-artext.com/>. Se invita a los estudiantes a explorar e identificar las prestaciones que brinda a sus usuarios. La figura 2 muestra, a la izquierda, los aspectos que la herramienta sugiere incorporar para los bloques del informe (en este caso se exemplifica con la introducción) y a la derecha los que valora e identifica como aspectos a mejorar, para el tipo de producción textual que interesa en esta propuesta.



**Figura 2. Captura de pantalla que indica la descripción del contenido para la introducción y los aspectos que valora en el texto que el usuario introduce.**

*Nota: imagen extraída y modificada de UNED, 2015.*

Luego se solicita a los estudiantes que suban algunos de los fragmentos de sus informes con la finalidad de identificar las falencias en relación a las dimensiones que la herramienta identifica. La figura 3 muestra un fragmento de la introducción elaborado por los estudiantes

y la devolución que la herramienta realiza respecto a la carencia de conectores, que resalta el enunciado que requiere conector. Una vez identificado el aspecto a mejorar, habilita la opción de ver alternativas posibles de conectores a partir de la función que se espera cumplan (sector inferior derecho de la figura 3). Por defecto la herramienta subraya los términos que se reiteran en el texto, presentan errores de tipo (cambio de caracteres, mayúsculas, discordancia, etc).

#### Introducción

Este proyecto se relaciona con el objetivo de desarrollo sostenible agua limpia y saneamiento (ODS 6) porque busca garantizar la disponibilidad y gestión sostenible del agua. La calidad del agua impacta no solo la salud humana, sino también la producción agrícola y la seguridad alimentaria, ya que un agua contaminada puede afectar negativamente el crecimiento de cultivos y, en consecuencia, la salud de los consumidores.

En el contexto de la labor educativa y en la búsqueda de una problemática ambiental relevante que se pueda abordar en el aula con los estudiantes, se dirigió la atención al arroyo Tomás González, el mismo, es un curso urbano que atraviesa la ciudad de Florida en dirección Norte-Sur, siendo sus portaguas en el Norte la Ruta N° 5 y la Calle N° 60 y su desembocadura al sur en el Río Santa Lucía Chico.

En la tesis de grado titulada "Deteción y cuantificación de Adenovirus Humano en muestras de aguas ambientales" enumera la compleja interacción entre la contaminación del agua y la salud humana. Esta puede verse afectada no solo por la ingestión directa de agua contaminada, sino también por su uso en la higiene personal y en la preparación de alimentos que pueden quedar contaminados.

A decir del informe ambiental estratégico del año 2015 realizado por la Intendencia de Florida, en el arroyo Tomás González no existen vertimientos industriales directos que puedan contaminar. Sin embargo, se entiende que la contaminación del agua puede ser resultado de diversas actividades humanas.

El agua es un recurso esencial para la vida y la agricultura, la calidad de esta puede verse comprometida por una variedad de factores, incluida la actividad humana y los procesos naturales. Es en consecuencia de esto, que el siguiente proyecto, propone investigar: ¿Cómo incide la calidad del agua del arroyo Tomás González, en 2024, sobre el crecimiento de las plantas de Lactuca sativa?

Explorar las interrogantes y promover una comprensión más profunda del entorno natural entre los estudiantes es fundamental, por esto se propone un objetivo general que consiste en analizar la calidad del agua del arroyo Tomás González en 2024 y su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga.

Inicialmente, se llevará a cabo un análisis de parámetros como: pH, temperatura y densidad del agua en diferentes puntos de muestreo, lo que permitirá comprender las

#### Introducción de conectores al inicio de párrafos

Parece que los párrafos marcados en el texto no comienzan con una marca explícita que los relaciona con su párrafo anterior. Te recomendamos que enlaces los diferentes párrafos a través de conectores discursivos.

Haz clic en cada acción para ver sugerencias de conectores que pueden servirte de ayuda para introducir párrafos:

Introducir un tema nuevo

Mover un orden

Distinguir

Seguir el mismo tema

Enfatizar y reformular

Detallar

Resumir

Terminar

**Figura 3. Captura de pantalla que la aplicación en la que se señalan los aspectos a mejorar para la revisión de conectores y sugerencias para introducirlos**

Nota: imagen extraída de UNED, 2015, luego de que los estudiantes carguen su producción.

Desde el equipo docente, se valora positivamente que la herramienta identifique aspectos a mejorar y aporte alternativas, sin modificar automáticamente las falencias de la producción. De esta forma el estudiante identifica posibles alternativas de mejora del trabajo, entre las que tiene que decidir a partir de cuál se ajusta más a su texto, a su intencionalidad, etc., lo que permite enriquecer su lenguaje, aprender alternativas posibles y tomar decisiones. Otra de las potencialidades identificadas en esta herramienta en particular se relaciona con la gratuidad sin restricciones temporales y de prestaciones, al menos al momento. Seguramente esto se deba a que se trata de una tecnología generada por una universidad pública.

Por su parte los estudiantes, que no conocían ArText (hasta su incorporación en clase), expresan que la herramienta ayuda a autoevaluar sus trabajos previo a la entrega formal, señalan como

una oportunidad de aprender la lectura de las sugerencias de mejora, que les permite no volver a equivocarse en lo mismo, e indican que sería deseable que la aplicación incorpore sugerencias que además de atender a la redacción, se enfoquen en la adecuación conceptual del contenido.

### ALGUNAS REFLEXIONES A PARTIR DE LAS EXPERIENCIAS

En las salas de profesores es posible presenciar intercambios entre los docentes respecto a qué hacer con la inteligencia artificial generativa. La preocupación, si bien se relaciona con varias dimensiones de la acción educativa, cobra particular significado cuando se trata de la utilización por parte de los estudiantes en las instancias de evaluación. Es por ello que, este equipo docente, decidió incorporar estas herramientas de forma deliberada en las evaluaciones a modo de prueba, con la idea de ponerlas en cuestión y aportar al derecho de los estudiantes a comprenderlas, discutirlas, y utilizarlas a partir del filtro de la inteligencia natural y colectiva.

A partir de cada una de las experiencias descriptas los estudiantes valoran positivamente la incorporación de las herramientas de IAG en las evaluaciones con orientación de sus docentes. Señalan que lograron visualizar la necesidad de saber sobre la temática disciplinar, antes de utilizarlas sin filtro y de modo automático, según sus palabras: “sin pensar”. Entienden a las propuestas realizadas como una forma de evaluar los aportes de cada herramienta, y de esta forma poder pensar y decidir de qué forma y en qué momentos es mejor utilizarlas para aprender (desde su rol de estudiantes) y para enseñar (como docentes practicantes, y futuros docentes de primaria y media).

Con la convicción de que las tecnologías emergentes no sustituyen a los docentes y su labor, se visualiza como desafío el utilizarlas, lo que requiere reflexión y acción en lo que respecta al diseño de propuestas de enseñanza dirigido a las personas que utilizan las herramientas y no a éstas últimas. Ya es sabido que los estudiantes las utilizan con consentimiento docente o sin él, que surgen nuevas herramientas, desaparecen algunas y se fusionan otras de forma muy vertiginosa. Sin embargo, el ritmo de las empresas desarrolladoras de software, no debería imprimir el ritmo de las acciones educativas.

Por el contrario, esta vorágine debe ser entendida como oportunidad para poner en valor el conocimiento, la formación pedagógica y humanidad de los docentes, cuestiones que superan ampliamente las prestaciones que la IAG pueda generar. Para ello, es fundamental el trabajo colaborativo con colegas, la confianza en la formación y los aspectos humanistas, tan fundamentales de la labor social que significa el ejercicio de la profesión docente, particularmente cuando se trabaja con estudiantes que se forman para impactar en las infancias y adolescencias presentes y futuras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abella Peña, S. (2021). Modelización en la enseñanza de las ciencias: Una revisión sobre sus aportes entre 1988 y 2020. *Revista Electrónica EDUCyT*, 2(1), 23–48. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/250>
- Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2018). *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Bordignon, F., Dughera, L., & Tolosa, G. (2023). IAG y el momento de las máquinas imperfectas. *Revista Hipertextos*, 11(19), e069. <https://doi.org/10.24215/23143924e069>
- Castillejos, B. (2022). Inteligencia artificial y entornos personales de aprendizaje: Atentos al uso adecuado de los recursos tecnológicos de los estudiantes universitarios. *Educación*, 31(60), 9–24. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.001>
- Ceibal. (2023). *Marco referencial para la enseñanza de la inteligencia artificial*. <https://bibliotecapais.ceibal.edu.uy>
- Dos Santos, B., & Ferreira dos Santos, B. (2017, septiembre 5–8). *A aquisição de saberes e competências didáticas no estágio supervisionado da formação do professor de química: Um estudo baseado nas regras discursivas* [Ponencia]. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Sevilla, España. [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2017nEXTRA/105.\\_a\\_aquisicao\\_de\\_saberes\\_e\\_competencias\\_didaticas.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/105._a_aquisicao_de_saberes_e_competencias_didaticas.pdf)
- Furman, M. (2018). *Guía para criar hijos curiosos: Ideas para encender la chispa del aprendizaje en casa*. Siglo XXI Editores.
- Khan Academy. (s. f.). *Lección 2: Flujo energético a través de los ecosistemas*. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/ecology-ap/energy-flow-through-ecosystems/a/food-chains-food-webs>
- LeonardoAI. (2024). <https://leonardo.ai/>
- Lenharo, M. (2024). ChatGPT cumple dos años: Cómo el chatbot de IA ha cambiado la vida de los científicos. *Nature*. <https://www.nature.com/articles/d41586-024-03940-y>
- López-Portillo, R. (2018). *La gran transición: Retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*. Fondo de Cultura Económica.
- Lorenzo, M. G. (2012). Los formadores de profesores: El desafío de enseñar enseñando. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16(2), 295–312. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/198810>
- Martín del Pozo, R., Fernández, P., González, M., & De Juanas, A. (2013). El dominio de los contenidos escolares: Competencia profesional y formación inicial de maestros. *Revista de Educación*, 360, 363–387.
- Martínez Miguélez, M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda Académica*, 7(1), 27–39. <http://alad.cele.unam.mx/modulo2/unidad1/investigacion-accion.pdf>
- Musso Focaccio, R. [Cuarteto de Nos]. (2019, junio 28). *El Cuarteto de Nos - Contrapunto para*

- Humano y Computadora (Official Video)* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=C\\_WVQOAgII8](https://www.youtube.com/watch?v=C_WVQOAgII8)
- Oliva, J. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 5–24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2648>
- OpenAI. (2024). *ChatGPT* (versión 2). <https://chat.openai.com/>
- Pérez Rodríguez, B., Alvarado Paolino, F., Laitano, D., Leguísamo, E., & Sordini, E. (2024). La inclusión genuina de tecnologías digitales en la enseñanza de la biología: Propuesta para docentes. *Nuevas Perspectivas*, 3(5), 1–25. <https://revistanuevaperspectivas.aduba.org.ar/ojs/index.php/nuevaperspectivas/article/view/29/110>
- Selwin, E., Riveras Vargas, P., Passeron, E., & Miño Puigcercós, R. (2022). ¿Por qué no todo es (ni debe ser) digital? Interrogantes para pensar sobre digitalización, datificación e inteligencia artificial en educación. En P. Riveras Vargas, E. Passeron, & R. Miño Puigcercós (Coords.), *Educar con sentido transformador en la universidad*. Octaedro. <https://octaedro.com/wp-content/uploads/2022/02/9788419023674.pdf>
- Sigman, M., & Bilinkis, S. (2023). *Artificial. La nueva inteligencia y el contorno de lo humano.* Debate.
- Questa-Torterolo, M., & Pérez Rodríguez, B. (en prensa). Intersecciones entre la inteligencia artificial y la pedagogía: Hacia una metamorfosis educativa sostenible. En M. Umpiérrez Oroño, S. Cabrera Borges, & M. Questa-Torterolo (Eds.), *Inteligencia artificial en educación: Contribuciones desde la teoría, las prácticas pedagógicas y la investigación*. Magro.
- UNED. (2015). *ArText*. <http://sistema-artext.com/>
- UNESCO. (2021). *Recomendaciones sobre la ética de la Inteligencia Artificial*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa)
- UNESCO. (2024). *Draft AI competency frameworks for teachers and for school students*. [https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2024/07/UNESCO-Draft-AI-competency-frameworks-for-teachers-and-school-students\\_0.pdf](https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2024/07/UNESCO-Draft-AI-competency-frameworks-for-teachers-and-school-students_0.pdf)
- Zunini, P. (2024, septiembre 5). Cristina Rodrigues y el celular en el aula: “Los estudiantes que se familiarizan con la tecnología mejoran su aprendizaje”. *Infobae*. <https://www.infobae.com/educacion/2024/09/05/cristina-rodrigues-y-el-cellular-en-el-aula-los-estudiantes-que-se-familiarizan-con-la-tecnologia-mejoran-su-aprendizaje/>

# **INTEGRAR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PROMOVER LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN CLASES DE CIENCIAS NATURALES**

Mariano Rodríguez-Malebrán – CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Leticia García-Romano – CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Maricel Occelli – CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, la integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha despertado tanto entusiasmo como preocupación. Mientras que algunos ven en estas herramientas un recurso valioso para personalizar el aprendizaje y fomentar habilidades científicas, otros alertan sobre los riesgos del plagio y el uso excesivo del “copy-paste”, lo que pone en juego la integridad académica. A nivel docente, también se observa una resistencia comprensible hacia estas tecnologías, impulsada por el temor de que el papel del profesorado sea reducido o que los estudiantes pierdan habilidades cognitivas esenciales. Estas inquietudes chocan con el creciente interés en aprovechar la IA para enriquecer las prácticas educativas, especialmente en actividades científicas donde el análisis de datos y la argumentación son fundamentales.

El uso de herramientas como ChatGPT en el aula es un claro ejemplo de este dilema. Mientras que ofrece nuevas formas de interactuar con el conocimiento y facilita la generación de textos argumentativos, también plantea desafíos relacionados con la ética y el rigor académico. Diversos estudios han mostrado que, aunque estas tecnologías son potentes, su uso indiscriminado puede fomentar la dependencia tecnológica y reducir el esfuerzo cognitivo de los estudiantes, limitando el desarrollo del pensamiento crítico (Ventayen, 2023; Pudasaini et al., 2024).

Este estudio busca explorar cómo la IA puede ser utilizada de manera constructiva en las clases de ciencias naturales, promoviendo la argumentación científica sin caer en las trampas del plagio o la superficialidad intelectual. Se considera tanto el potencial de la IA para mejorar la calidad de los argumentos como los riesgos de su mal uso. A partir de una experiencia educativa desarrollada en una escuela secundaria, se analiza el impacto de ChatGPT en la construcción de argumentos científicos. Además, se reflexiona sobre las resistencias que puede enfrentar el profesorado al integrar estas herramientas en el aula y las posibles soluciones para equilibrar los beneficios de la IA con la preservación de las competencias fundamentales del alumnado.

## **IA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO**

La IA se define como la capacidad de las máquinas para adaptarse a nuevas situaciones,

resolver problemas, planificar y llevar a cabo tareas que normalmente requieren habilidades cognitivas propias de los humanos (Chen et al., 2022). Sus principales funciones incluyen el aprendizaje automático, el razonamiento, la comprensión del lenguaje natural y la toma de decisiones basadas en datos complejos (Russell & Norvig, 2016). Este avance ha tenido un impacto significativo en diversos sectores, incluida la educación científica.

En el ámbito educativo, la IA ofrece un gran potencial para optimizar varios aspectos del proceso de enseñanza. Puede facilitar la personalización del aprendizaje, implementar sistemas de evaluación adaptativa, ofrecer tutoría inteligente, corregir tareas de manera automática y utilizar tecnologías inmersivas como la realidad virtual y aumentada. Además, la IA se emplea para analizar datos académicos, predecir el rendimiento estudiantil, facilitar el aprendizaje de idiomas y promover la inclusión y accesibilidad en el aula (Xu et al., 2019).

Las innovaciones en IA están transformando la enseñanza y el aprendizaje al proporcionar acceso a información personalizada y apoyar el desarrollo de habilidades mediante plataformas adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes (Chen et al., 2020). Sin embargo, este avance también exige repensar la estructura educativa, integrando tanto la colaboración entre humanos y máquinas como su impacto en los entornos digitales (Bonami et al., 2020).

A pesar de sus beneficios, el uso extendido de la IA genera preocupaciones sobre su influencia en el desarrollo cognitivo, ya que podría fomentar una dependencia tecnológica que reemplace habilidades mentales esenciales (Duah & McGivern, 2024). Por ello, es crucial encontrar un equilibrio entre el uso de IA y la implementación de estrategias pedagógicas que impulsen el pensamiento crítico, asegurando que los estudiantes no dependan exclusivamente de estas tecnologías emergentes.

Los asistentes virtuales basados en IA han ganado popularidad en las aulas en los últimos años. Estos sistemas interactivos pueden apoyar a los estudiantes en la búsqueda de información, la resolución de problemas científicos complejos y el desarrollo de proyectos de investigación. Ejemplos destacados incluyen plataformas como IBM Watson y herramientas de tutoría en línea que adaptan el ritmo de enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante (Zawacki-Richter et al., 2019).

En el contexto de las ciencias naturales, estos asistentes pueden ser especialmente útiles para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos o difíciles de visualizar, como los procesos moleculares o las leyes físicas. Además, la IA permite a los estudiantes gestionar y analizar grandes volúmenes de datos experimentales, facilitando la formulación de argumentos científicos sólidos.

El desafío para los educadores es utilizar estas herramientas tecnológicas de manera ética y equilibrada, garantizando que los estudiantes aprovechen sus beneficios sin perder la capacidad de desarrollar habilidades analíticas y argumentativas esenciales.

## IA EN PRODUCCIÓN Y EDICIÓN DE TEXTOS

Uno de los usos más destacados de la inteligencia artificial (IA) en la educación es su capacidad para asistir en la redacción y edición de textos. Gracias a los avances en el procesamiento del lenguaje natural (PLN), los estudiantes pueden utilizar herramientas como ChatGPT o Grammarly para generar, revisar y corregir escritos académicos, lo que contribuye a mejorar la calidad de su redacción. Estas plataformas son capaces de identificar errores gramaticales, sugerir mejoras estilísticas y, en algunos casos, proporcionar retroalimentación sobre la coherencia argumentativa y la estructura lógica de un ensayo (Hernández & Rodríguez, 2024).

La IA conversacional es un subcampo de la inteligencia artificial que se especializa en desarrollar sistemas capaces de interactuar de manera fluida con los seres humanos a través del lenguaje natural (Mogali, 2024). Este enfoque se apoya en técnicas avanzadas de procesamiento del lenguaje, especialmente en la comprensión del lenguaje natural. Un ejemplo popular de esta tecnología son los chatbots, también conocidos como bots inteligentes o asistentes virtuales, que pueden interactuar con usuarios mediante texto o voz, especialmente en plataformas digitales (Martínez-Comeña et al., 2023). En este contexto, ChatGPT ha emergido como una innovación significativa dentro del ámbito educativo.

ChatGPT se distingue como una tecnología avanzada en el campo de la inteligencia artificial generativa. Este modelo utiliza algoritmos y redes neuronales para procesar, entender y generar respuestas en lenguaje natural en función de las consultas de los usuarios a través de una interfaz de texto (Avello et al., 2024). Esto lo convierte en una herramienta valiosa para acceder a información, ya que sus respuestas imitan el lenguaje humano (Guàrdia Ortiz et al., 2024). Además, ChatGPT ofrece una interacción personalizada, demostrando flexibilidad en la interpretación de los mensajes que recibe (Hernández & Rodríguez, 2024). Las respuestas del chat se generan a partir de “prompts”, es decir, instrucciones que pueden ir desde preguntas cerradas o comandos específicos hasta consultas abiertas (Fuchs, 2023).

El modelo de ChatGPT utiliza una base de datos estática y genera respuestas basándose en patrones y relaciones estadísticas. Durante su entrenamiento, se emplean grandes volúmenes de datos que incluyen tanto textos estructurados como no estructurados (Lorenzo-Lledó et al., 2024). Este proceso le permite aprender a reconocer patrones y a capturar una amplia diversidad lingüística, otorgándole una comprensión más profunda del lenguaje (Brown et al., 2020).

Los modelos de lenguaje como ChatGPT son fácilmente accesibles para el público general y no requieren habilidades tecnológicas avanzadas. Un estudio reciente de Leiter et al. (2024) analizó la percepción y el debate en torno a ChatGPT mediante el examen de 300,000 tuits y más de 150 artículos científicos. Si bien la percepción general sobre ChatGPT es mayormente positiva y su información es considerada verosímil, el entusiasmo inicial ha disminuido en este ámbito. Esto ha generado inquietudes, particularmente en el ámbito académico, donde

se teme que su uso pueda fomentar prácticas de deshonestidad académica (Ventayen, 2023). Aunque ChatGPT es capaz de generar textos coherentes y adecuados al contexto, existe el riesgo de que sea utilizado de forma inapropiada para producir contenido plagiado o ficticio. Por ejemplo, si un estudiante utilizara ChatGPT para redactar un ensayo o un trabajo de investigación completo, esto se consideraría una infracción de la integridad académica (Stokel-Walker, 2022). A pesar de que el modelo de lenguaje en sí mismo no representa una amenaza directa para la integridad académica, es esencial considerar cómo se emplea esta tecnología para producir trabajos que se presentan como originales. ChatGPT puede ser una herramienta poderosa para el desarrollo de contenidos, pero su uso debe ser responsable, acompañado de directrices y protocolos claros para preservar la honestidad académica (Graham, 2022).

El uso de ChatGPT ofrece beneficios si se emplea como recurso inicial para elaborar textos, seguido de una revisión, corrección y adición de citas (Choi et al., 2021). Gilson et al. (2023) destacan que los textos generados pueden incentivar preguntas y motivar el análisis. Sin embargo, es esencial que ChatGPT no sustituya el pensamiento crítico ni el trabajo original, sino que complemente las habilidades de escritura e investigación (Rudolph et al., 2023). A pesar de proporcionar retroalimentación inmediata, también plantea desafíos relacionados con el plagio y el uso excesivo del “copy-paste”. Según Pudasaini et al. (2024), un uso intensivo de la IA podría llevar a integrar ideas sin una comprensión y análisis crítico propios.

## ARGUMENTACIÓN EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS

El diseño de escenarios de aprendizaje apoyados por IA puede considerarse una forma innovadora de desarrollar propuestas educativas en ciencias y tecnología que integren prácticas científicas auténticas. En este contexto, la indagación (recopilación y análisis de datos obtenidos a través de observaciones y experimentos), la argumentación (reflexión crítica y construcción de conocimiento para su comunicación) y la modelización (aplicación de modelos teóricos reconocidos para interpretar fenómenos y desarrollar modelos científicos en diversos contextos) son dimensiones clave de las prácticas científicas que ofrecen oportunidades para enriquecer la enseñanza de las ciencias en el aula (Osborne, 2014; Couso & Garrido, 2016; López et al., 2018).

Particularmente, la IA puede potenciar estas prácticas al proporcionar herramientas avanzadas para la recolección de datos, la simulación de modelos científicos y la facilitación de debates argumentativos mediante análisis automatizados. La argumentación sigue siendo una competencia fundamental en el aprendizaje de las ciencias naturales. De acuerdo con Toulmin (2003), argumentar implica presentar una afirmación basada en evidencias y razonamientos lógicos. Esta habilidad es esencial en el ámbito científico, ya que promueve el desarrollo del pensamiento crítico y una comprensión más profunda de fenómenos complejos. Gracias a la IA, los estudiantes podrían analizar datos experimentales de manera más eficiente, formular hipótesis fundamentadas y defender sus conclusiones con un rigor lógico más preciso (Osborne, 2010).

Fomentar habilidades argumentativas en ciencias no solo promueve un entendimiento activo de los principios científicos, sino que también va más allá de la simple memorización de hechos. Aquellos estudiantes capaces de construir argumentos científicos sólidos están mejor preparados para participar en debates académicos, defender sus ideas y aplicar su conocimiento en la resolución de problemas del mundo real (Berland & McNeill, 2010).

La argumentación también es vista como una competencia cognitivo-lingüística esencial para la formación ciudadana (Andrews & Mitchell, 2000). Aunque existen diversas definiciones, en general, la argumentación puede entenderse como un proceso discursivo que se puede llevar a cabo de manera individual o en grupo, tanto por escrito como oralmente. Este proceso incluye la presentación de datos, justificaciones, refutaciones y evidencias con el objetivo de persuadir a una audiencia sobre la validez de una afirmación (Boğar, 2019).

En el ámbito de la educación científica, la argumentación ha sido ampliamente estudiada como una práctica esencial (Erduran et al., 2015). Se ha demostrado que a través de la argumentación se promueve el aprendizaje significativo, el desarrollo de un pensamiento crítico necesario para la participación ciudadana y la adquisición de competencias propias de la comunidad científica (Jiménez-Aleixandre, 2010). A pesar de los esfuerzos para incorporar la argumentación en el aula, muchos estudiantes aún presentan dificultades para construir argumentos sólidos (Bravo-Torija & Jiménez-Aleixandre, 2018). Para abordar este desafío, algunos estudios sugieren la integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como herramientas que pueden mejorar los procesos de argumentación en contextos educativos (Matuk, 2015). De hecho, experiencias didácticas en entornos enriquecidos con tecnología han mostrado resultados positivos en la formación docente, promoviendo una mayor movilización de ideas en torno a la argumentación (Garcia-Romano et al., 2021).

En este contexto, surge la necesidad de explorar cómo herramientas de IA, como ChatGPT, pueden integrarse en el diseño didáctico para fortalecer las habilidades argumentativas en la educación secundaria. Para ello, se analiza la calidad de las estructuras argumentativas desarrolladas por los estudiantes utilizando el modelo conceptual de Toulmin como referencia (Jiménez-Aleixandre et al., 2017).

Es importante diferenciar entre “argumento”, que se refiere a los razonamientos presentados por estudiantes o grupos para justificar sus conclusiones, y “argumentación”, que es el proceso de elaboración de dichos razonamientos (Osborne et al., 2004). De acuerdo con el modelo de Toulmin, un argumento efectivo debe incluir, al menos, tres elementos esenciales: datos (D), conclusión (C) y garantía (G). Sin embargo, los argumentos pueden enriquecerse con otros componentes como sustento (S), calificador modal (Q) y condiciones de refutación (R). Las garantías sirven para justificar la transición de los datos a la conclusión, el calificador modal indica el grado de certeza, y las condiciones de refutación establecen los límites de la

validez del argumento (Pinochet, 2015). Estos elementos pueden ser explícitos o implícitos, especialmente en las discusiones orales, lo que permite evaluar la calidad del argumento según la presencia de estos componentes (Simon et al., 2006).

El pensamiento crítico y la argumentación científica están intrínsecamente relacionados. Mientras que el pensamiento crítico se centra en evaluar una situación para llegar a una conclusión fundamentada, la argumentación implica estructurar una respuesta lógica apoyada en evidencias (Jiménez-Aleixandre, 2010). Ambas habilidades son esenciales en el aprendizaje de las ciencias, ya que permiten a los estudiantes no solo comprender conceptos científicos, sino también cuestionar y evaluar la veracidad de la información con la que interactúan.

En un entorno donde la información es fácilmente accesible, la capacidad para pensar de manera crítica y argumentar con rigor es más importante que nunca. Los estudiantes deben desarrollar habilidades para discernir entre fuentes confiables y desinformación, así como para analizar de manera crítica los datos presentados. Esto es especialmente relevante en las ciencias naturales, donde los avances científicos dependen en gran medida de la capacidad para formular argumentos bien fundamentados basados en datos empíricos (Driver et al., 2000).

### **UNA EXPERIENCIA DE ARGUMENTACIÓN ENRIQUECIDA CON IA EN LA ESCUELA SECUNDARIA**

Se realizó un estudio de caso con el objetivo de analizar en profundidad una situación educativa específica en su contexto, buscando comprender sus características particulares (Simons, 2011). El estudio se desarrolló en una escuela secundaria privada en la ciudad de Córdoba, Argentina, en el segundo año, con un grupo de 37 estudiantes de entre 13 y 14 años, de los cuales el 63% eran mujeres y el 37% varones. El enfoque de la investigación se centró en una controversia socio-científica, abordando temas como los trasplantes de órganos y la ingeniería de tejidos, con el propósito de fomentar el desarrollo de habilidades argumentativas en los estudiantes.

La intervención fue llevada a cabo en la Unidad de Célula en clases de biología, desarrolladas por la profesora de la institución. Para la implementación, se diseñó una secuencia didáctica que incluyó el análisis del experimento conocido como la “rata de Vacanti”, en el cual se implantó una estructura similar a una oreja humana en el torso de un ratón (Figura 1). A partir de este caso, los estudiantes trabajaron en grupos de cuatro y se les pidió que escribieran un texto argumentativo a mano, utilizando lápiz y papel, sin acceso a Internet. La consigna fue la siguiente: “¿Consideras que el experimento de la ‘rata de Vacanti’ plantea dilemas éticos por utilizar ratones en investigación, o crees que representa un avance clave en la ingeniería de tejidos y la medicina? Fundamenta tu respuesta”.

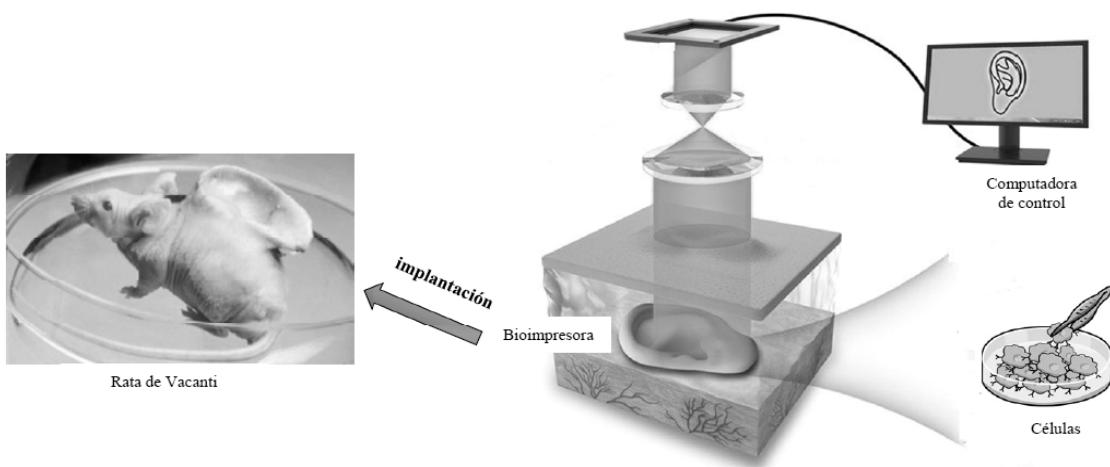


Figura 1. Experimento ‘Rata de Vacanti’

Posteriormente, los estudiantes fueron introducidos al uso de herramientas de inteligencia artificial en el aula. Se les solicitó ingresar la misma pregunta en ChatGPT y generar un texto argumentativo utilizando un máximo de 200 palabras. Este enfoque permitió a los estudiantes comparar su producción inicial con la respuesta elaborada por el modelo de IA, lo que sirvió como un ejercicio de análisis crítico y de comprensión de cómo se estructuran los argumentos.

El experimento ‘rata de Vacanti’ plantea sin duda dilemas éticos al utilizar ratones en investigación. La comunidad científica se enfrenta al desafío de equilibrar los beneficios médicos potenciales con la consideración ética hacia los animales. No obstante, es crucial reconocer que este experimento ha sido un avance clave en la ingeniería de tejidos y medicina regenerativa. Permitió explorar la posibilidad de crear estructuras biomiméticas para la reparación de tejidos dañados. Aunque la ética en la investigación con animales debe ser rigurosamente debatida y regulada, no podemos ignorar los avances fundamentales que han surgido de estas investigaciones. La clave reside en encontrar métodos que minimicen el sufrimiento animal sin comprometer el progreso científico necesario para abordar desafíos médicos significativos. En última instancia, el dilema ético planteado por la ‘rata de Vacanti’ subraya la necesidad de una reflexión constante sobre cómo la ciencia puede avanzar de manera ética y beneficiosa para la sociedad (OpenAI, 2023).

En una etapa final, se pidió a los estudiantes que integraran ambas respuestas (la manual y la generada por ChatGPT) para redactar un nuevo texto argumentativo. Este ejercicio buscó potenciar sus habilidades de síntesis y mejorar la calidad de sus argumentos mediante la combinación de diferentes enfoques. La actividad no sólo promovió el uso crítico de herramientas digitales, sino que también fomentó una reflexión sobre los aspectos éticos y prácticos del uso de IA en la elaboración de textos científicos (Figura 2).



Figura 2. Estudiantes utilizando ChatGPT.

Para garantizar una intervención efectiva por parte del docente durante esta actividad con IA, fue necesario diseñar estrategias de mediación que orientaran a los estudiantes a lo largo del proceso. Estas estrategias aseguraron que los estudiantes no solo utilizaran la IA como una herramienta técnica, sino que también reflexionaran críticamente sobre su uso en la construcción de argumentos. La mediación docente se enfocó en guiar la reflexión ética, facilitar el análisis colaborativo y promover la integración de los distintos enfoques utilizados en la actividad (Tabla 1).

Etapas de la actividad	Estrategia de mediación docente
a) Escribir a mano alzada un texto argumentativo	<p><b>Definir objetivos:</b> Aclarar que el objetivo es desarrollar una argumentación crítica sin apoyo tecnológico, centrándose en la reflexión personal.</p> <p><b>Preguntas orientadoras:</b> ¿Cómo sustentarías tu posición considerando aspectos éticos o científicos?</p>
b) Solicitar a ChatGPT la redacción de un texto de 200 palabras	<p><b>Explicación del uso de IA:</b> Indicar cómo la IA puede complementar el análisis sin reemplazar el pensamiento crítico.</p> <p><b>Retroalimentación:</b> Facilitar un debate sobre las diferencias en la estructura argumentativa entre la IA y el texto manual.</p>
c) Reescribir el texto combinando ambos enfoques	<p><b>Fomentar la colaboración:</b> Promover la discusión en grupo sobre qué partes de ambos textos se pueden mejorar y cómo.</p> <p><b>Guía del docente:</b> Orientar la integración de ideas del texto manual y el generado por ChatGPT para formar una respuesta coherente.</p>

Tabla 1. Estrategias de mediación docente durante la actividad con IA

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis se centró en los componentes clave del modelo de argumentación de Toulmin, abarcando datos, enunciados y justificaciones. En cuanto a los datos, se distinguieron entre los proporcionados por la actividad educativa y los obtenidos directamente por los estudiantes. Respecto a los enunciados, se identificaron hipótesis, conclusiones y oposiciones, destacando la importancia de formular enunciados claros y bien sustentados. También se subrayó la necesidad de justificaciones específicas que reforzaran la validez de los argumentos

presentados. Como marco de análisis, se emplearon las categorías propuestas por Jiménez-Aleixandre et al. (2017), adaptadas y sintetizadas en la Tabla 2 para adecuarse al contexto de esta investigación.

Componente	Definición	Ejemplos (Sin uso de ChatGPT y con uso de ChatGPT)
<b>Dato</b>	Datos mencionados como fundamento para la conclusión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “No creo que sea un dilema ético ya que en ese tiempo y en ese contexto estaba muy normalizado utilizar animales en experimentos y considero que fue un avance para la humanidad e ingeniería en tejidos” (Sin uso de ChatGPT).</li> </ul>
<b>Dato suministrado (DS)</b>	Origen de una fuente externa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Concluimos que la “rata de Vacanti” fue un gran avance tecnológico para la medicina. Y la implementación de la oreja a la rata fue para verificar el correcto funcionamiento del tejido. Pero lo atraviesa un dilema ético, el uso de animales de laboratorio, que se le pueda garantizar la vida del animal; por eso la comunidad de científicos debe hacer un equilibrio entre los experimentos para el progreso médico y con el trato ético y el respeto con la vida animal” (Con uso de ChatGPT).</li> </ul>
<b>Dato obtenido (DO):</b>	Fuente de experiencia, como un experimento de laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se encontraron ejemplos de estos componentes durante el curso de esta investigación.</li> </ul>
<b>- Dato empírico (DE)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Me parece bien que sigan experimentando y que pueda avanzar pero creo que no está bien que experimenten con animales, fue un avance clave pero deberían tener cuidado porque la rata puede tener alguna bacteria” (Sin uso de ChatGPT).</li> </ul>
<b>- Dato hipotético (DH)</b>	Origen en conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Para mí el experimento de rata de vacanti, podría llegar a ser diferente el resultado porque los organismos son distintos” (Sin uso de ChatGPT).</li> </ul>
<b>Conclusión (C)</b>	Enunciado cuya veracidad se busca confirmar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Considero que en esa época todos lo tomaron desde el punto de vista de que fue un avance clave en la ingeniería de tejidos, pero también hubo un grupo de gente que no estuvo de acuerdo en utilizar animales para experimentar” (Sin uso de ChatGPT).</li> </ul>
<b>Oposición (O)</b>	Enunciado que cuestiona la validez de otro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Nosotros creemos que no está bien experimentar sobre animales, pero si no se hubiera hecho, no se habría dado este avance tan importante para ingeniería de tejidos” (Sin uso de ChatGPT).</li> </ul>

<b>Hipótesis (H)</b>	Enunciado hipotético cuya validez se quiere establecer.	- “A mi parecer, el experimento “rata de vacanti” podría llegar a ser no muy efectivo o similar a la implantación en el humano. Esto podría deberse a la diferencia entre ambos organismos y las reacciones que pudiera desencadenar el implante de un cuerpo extraño a las distintas estructuras, ya que, como sabemos, cada organismo es diferente y podrían reaccionar de diferentes maneras” (Sin uso de ChatGPT).
<b>Justificación (J)</b>	Enunciado general que justifica la conexión entre datos y conclusiones.	- “Nos parece genial este avance en la tecnología ya que los niños con malformaciones congénitas en sus orejas. Pueden obtener un trasplante de esta. Pero nos parece poco ético usar una rata, un animal que tiene que estar en su hábitat libre” (Sin uso de ChatGPT).

Tabla 2. Categorías de análisis basadas en los componentes del modelo de Toulmin (Adaptado de Jiménez-Aleixandre et al., 2017).

Siguiendo el modelo de argumentación de Toulmin y considerando la problemática socio-científica asociada al experimento de la ‘rata de Vacanti,’ el esquema ideal presentado por los propios estudiantes, fundamentado después del uso de ChatGPT, debería estructurarse en un argumento bien desarrollado, que podría formularse de la siguiente manera (Figura 3):

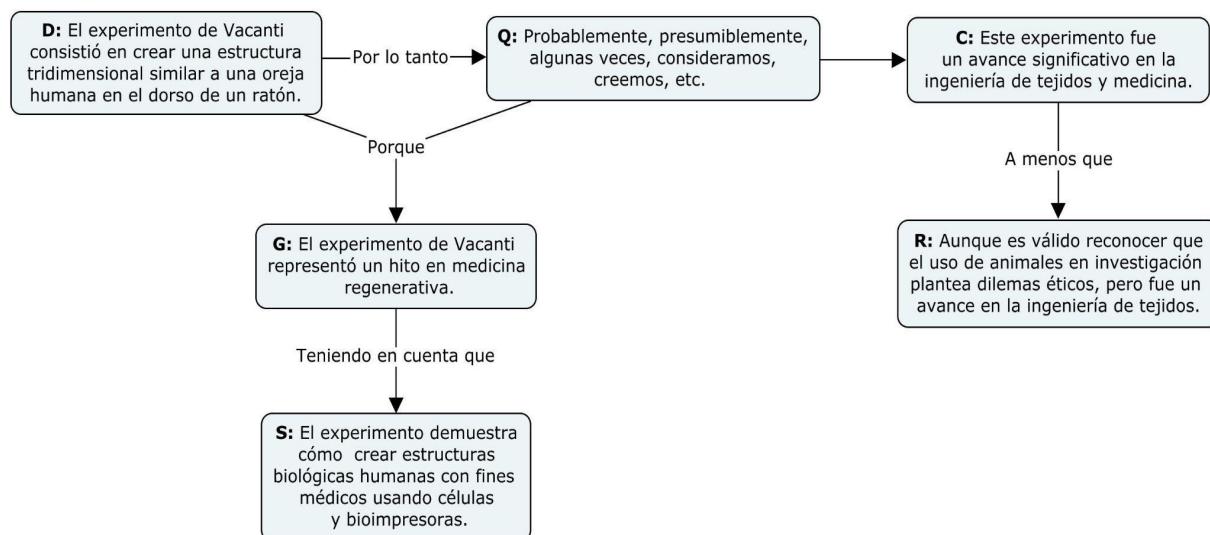


Figura 3: Modelo de Argumentación de Toulmin aplicado al Caso de la ‘Rata de Vacanti’

El análisis de los resultados preliminares al contrastar las pruebas inicial y final de los estudiantes de segundo año de secundaria reveló un cambio significativo en la frecuencia de uso de las categorías del modelo de Toulmin. En particular, se observó un aumento en el empleo de DS y DO, así como una mayor elaboración en los enunciados y justificaciones (Figura 4). Esto indica una evolución en la capacidad argumentativa del estudiantado, reflejando un desarrollo más sólido en la construcción de argumentos basados en evidencia, lo cual sugiere que la intervención educativa facilitó un mejor manejo de estas categorías argumentativas en la resolución de controversias socio-científicas.

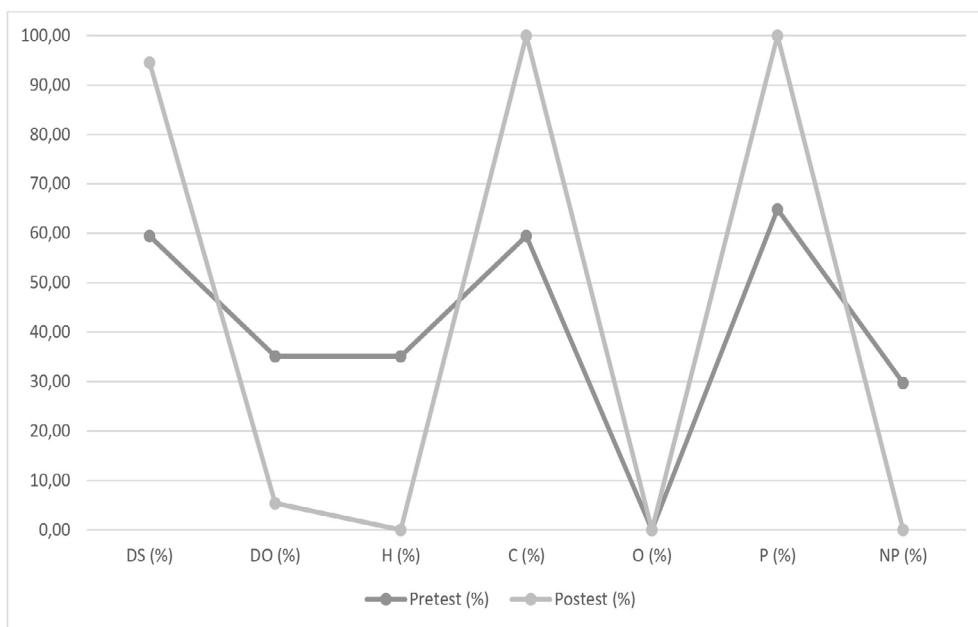


Figura 4. Comparativa entre la prueba pretest (sin ChatGPT) y el postest (con ChatGPT) durante las actividades (N=37).

Al analizar los datos obtenidos en el pretest y postest aplicados a estudiantes de segundo año de secundaria, se observan cambios significativos en la frecuencia de diversas categorías, lo cual sugiere una evolución en las habilidades de los estudiantes para responder y estructurar sus respuestas.

En la categoría de DS, se presenta un aumento del 59,46 % en el pretest al 94,4 % en el postest, lo que indica una mayor capacidad de los estudiantes para identificar y utilizar información proporcionada tras la intervención. Este incremento puede interpretarse como un mejor reconocimiento de los elementos clave necesarios para resolver los problemas planteados.

En contraste, la categoría de DO disminuye de un 35,1 % en el pretest a un 5,4 % en el postest, lo cual sugiere que, en la etapa final, los estudiantes se apoyaron menos en datos adicionales o inferidos y se concentraron más en la información dada, posiblemente debido a una comprensión más focalizada o dirigida en la tarea.

La dimensión de H mostró una desaparición completa, reduciéndose del 35,1 % en el pretest a un 0 % en el postest, lo cual podría reflejar un cambio en la estructura de pensamiento de los estudiantes, quienes podrían haber centrado sus respuestas en conclusiones directas en lugar de planteamientos hipotéticos.

La dimensión C aumentó del 59,46 % al 100 % en el postest, evidenciando que todos los estudiantes concluyeron sus respuestas tras la intervención. Además, la categoría O se redujo a 0 %, probablemente por enfocar más en conclusiones y justificaciones.

Por último, las respuestas con “Justificación” (P) alcanzaron el 100 % en el postest, mientras que las “Sin Justificación” (NP) pasaron del 64,9 % al 0 %, lo que indica una mayor argumentación tras la intervención, posiblemente estimulada por herramientas como ChatGPT.

Los resultados evidencian una mejora notable en el uso de datos, formulación de conclusiones y justificaciones, mostrando un progreso en la estructuración y fundamentación coherente de las respuestas de los estudiantes.

## OPINIONES DE LOS ESTUDIANTES RESPECTO AL USO DE CHATGPT

En esta sección participaron seis de los ocho grupos de estudiantes de segundo año de secundaria, reuniendo un total de 31 estudiantes. Los estudiantes respondieron preguntas sobre el uso de ChatGPT durante la implementación de la secuencia didáctica, tales como: “¿Qué opinan sobre el uso de la IA (por ejemplo, ChatGPT) para realizar tareas en el aula? ¿Les agrada o no? ¿Por qué?” y “¿Consideran importante utilizar la IA en el aula? ¿Por qué?”. Para resumir sus respuestas, se ha elaborado el siguiente esquema que sintetiza sus percepciones (Figura 5).

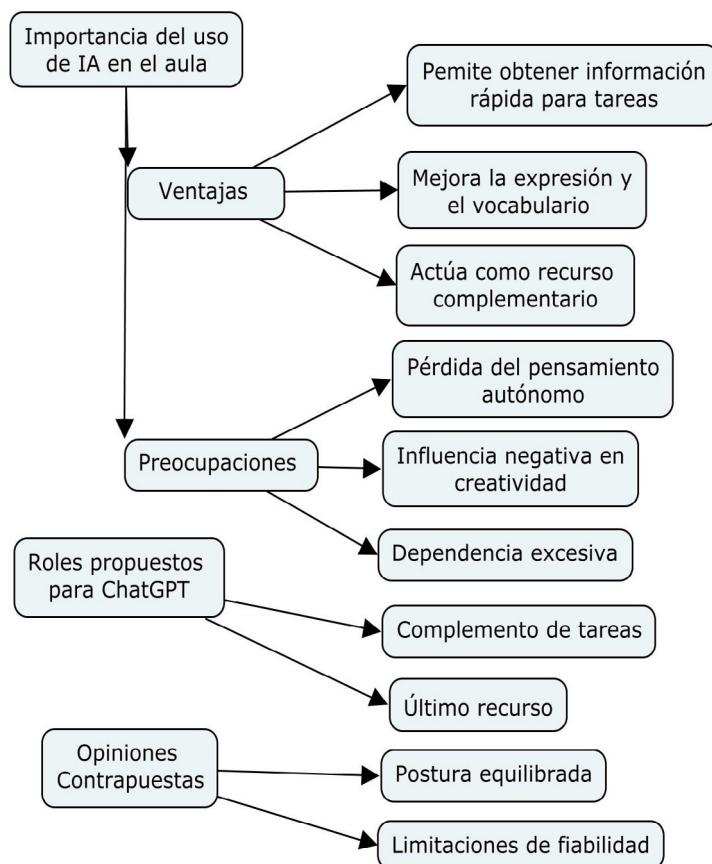


Figura 5. Opiniones de los estudiantes sobre las ventajas y riesgos del uso de IA en la elaboración de textos argumentativos

Los estudiantes reflejan una postura crítica sobre el uso de la IA en el aula, mostrando inquietudes sobre sus efectos en la capacidad de pensamiento autónomo. Algunos consideran que la IA, como ChatGPT, puede ser útil para acceder rápidamente a información o generar ideas alternativas y más completas. Sin embargo, mencionan que un uso excesivo podría reducir su habilidad para pensar y crear de forma independiente.

Por ejemplo, algunos estudiantes encuentran útil la IA para expresar ideas con mayor claridad o precisión, incluso agregando un vocabulario especializado, lo cual les permite enriquecer sus propias respuestas sin reemplazarlas del todo. Uno de los estudiantes expresa que este

recurso tecnológico es valioso siempre que se use con medida, complementando su propio razonamiento y no sustituyéndolo.

Otro grupo, en cambio, señala que no es necesario depender por completo de ChatGPT, ya que pueden construir sus propias soluciones y perspectivas, lo que refuerza sus habilidades críticas. Consideran que el uso repetido de la IA podría volverse un hábito, llevando a la posible pérdida de creatividad y autonomía en sus ideas.

Un aspecto de debate es la confiabilidad de la información generada por ChatGPT. Algunos estudiantes sugieren usarlo solo como último recurso, ya que, aunque el contenido puede ser útil, prefieren apoyarse en fuentes tradicionales como profesores, libros y tutoriales para obtener una visión más precisa y confiable. En este sentido, resaltan que ChatGPT debe emplearse con cautela y como una herramienta secundaria para no desplazar la importancia de los métodos de aprendizaje convencionales.

A su vez, se observa una postura equilibrada que apunta a utilizar ChatGPT como un recurso de apoyo en el aula, sin depender excesivamente de él, lo cual les permitiría mantener su capacidad crítica y fomentar un pensamiento autónomo.

## REFLEXIONES FINALES

La incorporación de herramientas de IA como ChatGPT en la educación plantea un escenario complejo en el que se entrelazan beneficios y desafíos. La IA se presenta como una tecnología con el potencial de enriquecer el proceso educativo mediante el aprendizaje automático, el razonamiento y el procesamiento de lenguaje natural, permitiendo un apoyo efectivo a la enseñanza. Estas herramientas no solo optimizan el aprendizaje individualizado, sino que también facilitan el acceso a información compleja, fomentan el desarrollo de competencias argumentativas y fortalecen el pensamiento crítico. Sin embargo, el análisis de las percepciones estudiantiles revela preocupaciones sobre su impacto en el pensamiento autónomo y la creatividad, aspectos esenciales para el desarrollo de competencias cognitivas de alto nivel.

La postura de los estudiantes frente al uso de ChatGPT refleja una valoración ambivalente. Por un lado, reconocen que la IA puede ser un recurso útil para expresar ideas de manera más clara y precisa, mejorando su vocabulario especializado y, por ende, enriqueciendo sus respuestas. Esto concuerda con estudios que señalan que el uso adecuado de herramientas de IA puede mejorar la calidad de los argumentos, permitiendo a los estudiantes construir respuestas más completas y precisas, especialmente bajo modelos argumentativos estructurados, como el de Toulmin (2003). En el estudio presentado, los estudiantes mostraron un progreso significativo en la calidad de sus argumentos al utilizar ChatGPT como apoyo, aumentando notablemente la inclusión de datos relevantes para respaldar sus conclusiones. Este avance sugiere que el acceso a la IA permite desarrollar argumentos con mayor precisión y coherencia.

Sin embargo, la dependencia de la IA también conlleva desafíos. Algunos estudiantes señalan que el uso excesivo de ChatGPT podría obstaculizar su capacidad para generar ideas propias y construir argumentos de manera independiente. Además, se observó una disminución en el uso de hipótesis en sus respuestas, lo cual indica que, aunque la IA ayudó a fortalecer las conclusiones con información relevante, también pudo haber limitado la creatividad y la exploración autónoma, elementos clave del pensamiento crítico. Esta tensión subraya la importancia de equilibrar el uso de la IA con actividades que promuevan la reflexión y la generación de ideas propias, manteniendo un espacio para el desarrollo independiente de los estudiantes.

Por otro lado, algunos estudiantes expresaron dudas sobre la confiabilidad de la información proporcionada por ChatGPT y prefieren utilizarlo solo como un recurso complementario, apoyándose también en fuentes tradicionales como libros y tutores. Aunque ChatGPT permite una interacción accesible y personalizada, su base de datos estática y la falta de actualización en tiempo real pueden afectar la veracidad y relevancia de sus respuestas, limitando su efectividad como recurso educativo principal. Además, existe el riesgo de que un uso excesivo de la IA genere un hábito de “copy-paste”, disminuyendo el análisis crítico y fomentando un aprendizaje superficial.

El análisis comparativo entre el desempeño de los estudiantes antes y después del uso de la IA en el aula sugiere que, si bien esta tecnología favorece una mejora en la calidad argumentativa, también hace evidente la necesidad de una mediación docente. Este acompañamiento es crucial para guiar el uso de la IA de manera ética y equilibrada, promoviendo la autonomía cognitiva y el desarrollo del pensamiento crítico. En este sentido, es recomendable que el diseño pedagógico incluya actividades que incentiven a los estudiantes a explorar, formular hipótesis y analizar críticamente, en lugar de limitarse a aceptar respuestas generadas por la IA.

Aunque ChatGPT y otras herramientas de IA pueden ser valiosas en el aula, su implementación debe integrarse en estrategias pedagógicas que promuevan el desarrollo integral de los estudiantes, fomentando habilidades como la argumentación científica y la generación de conocimientos propios, sin depender exclusivamente de respuestas automatizadas. Lograr un equilibrio adecuado permitirá que la IA funcione como un complemento que potencie el aprendizaje, sin reemplazar los procesos cognitivos fundamentales del pensamiento crítico y la construcción del saber.

No obstante, el estudio revela algunas limitaciones: una muestra reducida y un enfoque centrado únicamente en la argumentación, sin considerar aspectos como la creatividad, la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades metacognitivas, lo que restringe la generalización de los hallazgos. La replicabilidad del estudio depende de la formación docente y la disponibilidad de recursos tecnológicos, lo que resalta la necesidad de ampliar la muestra y evaluar el impacto de la IA en diversas disciplinas y niveles educativos. Asimismo,

se recomienda desarrollar estrategias y guías que fomenten un uso crítico y escalable de la IA, integrándola en la planificación curricular y en el codiseño de secuencias didácticas en las que participe la profesora implementadora, para adaptarse a un entorno en constante evolución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrews, R., & Mitchell, S. (2000). *Learning to argue in higher education*. Heinemann.
- Avello, R., Gajderowicz, T., & Gómez-Rodríguez, V. G. (2024). ¿ChatGPT es útil para que los estudiantes de posgrado adquieran conocimientos sobre narración digital y reduzcan su carga cognitiva? Un experimento. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 24(78). <https://doi.org/10.6018/red.604621>
- Berland, L. K., & McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765–793. <https://doi.org/10.1002/sce.20402>
- Boğar, Y. (2019). Synthesis study on argumentation in science education. *International Education Studies*, 12(9), 1–14. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n9p1>
- Bonami, B., Piazzentin, L., & Possa, A. D. (2020). Educación, big data e inteligencia artificial: Metodologías mixtas en plataformas digitales. *Comunicar*, 28(65), 43–52. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-04>
- Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an initial learning progression for the use of evidence in decision-making contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 619–638. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., & Askell, A. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47. <https://www.jstor.org/stable/48647028>
- Choi, J. H., Hickman, K. E., Monahan, A. B., & Schwarcz, D. (2021). ChatGPT goes to law school. *Journal of Legal Education*, 71, 387. <https://ssrn.com/abstract=4335905>
- Couso, D., & Garrido, A. (2016). Models and modelling in elementary school pre-service teacher education: The influence of teaching scenarios. En J. Lavonen et al. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference* (pp. 2260–2270). University of Helsinki.

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Duah, J. E., & McGivern, P. (2024). How generative artificial intelligence has blurred notions of authorial identity and academic norms in higher education. *International Journal of Information and Learning Technology*, 41(2), 180–193. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2023-0213>
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: A journal content analysis from 1998–2014. *International Journal of STEM Education*, 2, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>
- Fuchs, K. (2023). Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: Is ChatGPT a blessing or a curse? *Frontiers in Education*, 8, 1166682. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1166682>
- García-Romano, L., Occelli, M., & Adúriz-Bravo, A. (2021). School scientific argumentation enriched by digital technologies: Results with pre- and in-service science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(7). <https://doi.org/10.29333/ejmste/10990>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A., & Chartash, D. (2023). How does ChatGPT perform on the USMLE? *JMIR Medical Education*, 9(1), e45312. <https://mededu.jmir.org/2023/1/e45312>
- Graham, F. (2022). Daily briefing: Will ChatGPT kill the essay assignment? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04437-2>
- Guàrdia Ortiz, L., Maina, M., Cabrera Lanzo, N., & Fernández-Ferrer, M. (2024). La autorregulación del aprendizaje desde un enfoque de feedback entre pares: Perspectivas de la IA generativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 24(78). <https://doi.org/10.6018/red.599511>
- Hernández, N., & Rodríguez, M.-J. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la universidad. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 24(78). <https://doi.org/10.6018/red.594651>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 363–366.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Álvarez Pérez, V., & Lago Lestón, J. M. (2017). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Tarbiya*, 36. <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7232>
- Leiter, C., Zhang, R., Chen, Y., Belouadi, J., Larionov, D., Fresen, V., & Eger, S. (2024). ChatGPT: A meta-analysis after 2.5 months. *Machine Learning with Applications*, 16, 100541. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2024.100541>

- López, V., Couso, D., & Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62), 29. <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Lorenzo-Lledó, G., Lorenzo-Lledó, A., & Rodríguez-Quevedo, A. (2024). Análisis mediante inteligencia artificial de las emociones del alumnado autista con el robot NAO. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 24(78). <https://doi.org/10.6018/red.588091>
- Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez-Torres, J., Ocarranza-Prado, I., & Kreibel, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en los métodos de evaluación. *Revista de Psicodidáctica*, 28(2), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2023.06.001>
- Matuk, C. (2015). Argumentation environments. En *Encyclopedia of Science Education* (pp. 59–63).
- Mogali, S. R. (2024). Initial impressions of ChatGPT for anatomy education. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 444–447. <https://doi.org/10.1002/ase.2261>
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: Una revisión argumentada. *Ciência & Educação*, 21(2), 307–327. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020004>
- Pudasaini, S., Miralles-Pechuán, L., Lillis, D., & Llorens Salvador, M. (2024). Survey on AI-generated plagiarism detection: The impact of large language models on academic integrity. *Journal of Academic Ethics*, 1–34. <https://doi.org/10.1007/s10805-024-09576-x>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 342–363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (3.<sup>a</sup> ed.). Pearson.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. Ediciones Morata.
- Stokel-Walker, C. (2022). AI bot ChatGPT writes smart essays—Should academics worry? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04397-7>

- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Ventayen, R. J. M. (2023). OpenAI ChatGPT-generated results: Similarity index of AI-based content. En G. Ranganathan et al. (Eds.), *International Conference on Soft Computing for Security Applications* (pp. 215–226). Springer.
- Xu, X., Wang, J., Peng, H., & Wu, R. (2019). Prediction of academic performance associated with internet usage behaviors using machine learning algorithms. *Computers in Human Behavior*, 98, 166–173. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.04.015>
- 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), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

# **NUEVO PARADIGMA EN EDUCACIÓN CIENTÍFICA: APRENDER CREANDO EN LA ERA DE LA IA**

Carlos Marcelo Ruiz – ISFDC N.º 1 “Mons. Dr. Jorge Gottau”, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

La Inteligencia Artificial (IA) está impulsando una transformación radical en la educación científica, desafiando la noción tradicional de que el conocimiento se adquiere primero para luego aplicarse. En este nuevo paradigma, el aprendizaje y la creación se entrelazan desde el inicio, y la IA, con su capacidad para procesar información, generar modelos y simular escenarios, se convierte en un catalizador de este cambio.

Los Laboratorios Extendidos emergen como una herramienta crucial en este contexto. Al integrar la experimentación práctica con las posibilidades de la IA, estos laboratorios crean entornos de aprendizaje inmersivos y personalizados donde los estudiantes pueden explorar, experimentar y construir conocimiento de manera activa y significativa. Imaginemos un laboratorio donde la IA facilita la recolección y análisis de datos en tiempo real, permitiendo a los estudiantes visualizar resultados, ajustar variables y comprender conceptos complejos con mayor profundidad. O un laboratorio virtual donde, a través de la realidad aumentada, los estudiantes pueden interactuar con modelos tridimensionales de moléculas, diseccionar organismos virtuales o simular reacciones químicas sin limitaciones físicas.

El rol del profesor evoluciona hacia el de un facilitador y guía. Su tarea principal es diseñar experiencias de aprendizaje significativas, fomentar la curiosidad y el pensamiento crítico, y proporcionar retroalimentación constructiva. El profesor se convierte en un mentor que acompaña a los estudiantes en su proceso de descubrimiento, ayudándoles a formular preguntas, plantear hipótesis y evaluar resultados. El estudiante, por su parte, asume un papel activo y protagónico en la construcción de su propio conocimiento. La IA se convierte en un aliado, ofreciendo herramientas y recursos que potencian la exploración, la experimentación y la creatividad. Los estudiantes pueden utilizar la IA para acceder a información científica de vanguardia, analizar grandes conjuntos de datos, crear modelos y simulaciones, y colaborar con otros estudiantes en proyectos de investigación.

La IA en la educación científica no se limita a la adquisición de conocimientos, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI. Los estudiantes aprenden a resolver problemas, a pensar de forma crítica y creativa, a trabajar en equipo y a comunicarse de forma efectiva. Este nuevo paradigma requiere un enfoque metodológico que fomente la creatividad, la colaboración y la resolución de problemas. El aprendizaje

basado en proyectos, la gamificación y el aprendizaje entre pares son algunas de las metodologías que se pueden integrar con la IA para crear experiencias de aprendizaje más atractivas y significativas.

### **¿CÓMO LA IA FACILITA ESTE CAMBIO?**

Acceso a la información y su procesamiento:

La IA democratiza el acceso al conocimiento científico. Permite a los estudiantes, independientemente de su ubicación o recursos, acceder a información actualizada y relevante de diversas fuentes: artículos científicos, bases de datos, repositorios online, etc.; no se limita a encontrar información, puede analizarla, sintetizarla y presentarla de forma comprensible. Puede traducir textos científicos a diferentes idiomas, resumir artículos complejos, identificar los conceptos clave y establecer conexiones entre diferentes fuentes de información.

Los estudiantes pueden utilizar herramientas de IA para analizar grandes conjuntos de datos científicos, visualizar patrones y tendencias, y extraer conclusiones significativas. Esto les permite desarrollar habilidades de análisis de datos, cruciales en la ciencia moderna.

Generación de modelos dinámicos e interactivos:

La Inteligencia artificial facilita la creación de modelos virtuales tridimensionales de objetos y fenómenos científicos que los estudiantes pueden manipular y explorar desde diferentes ángulos. Esto les ayuda a comprender mejor la estructura y el funcionamiento de sistemas complejos, desde una célula hasta una galaxia, permite crear simulaciones interactivas que se adaptan al nivel de conocimiento y al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, pueden experimentar con diferentes variables, observar los resultados y recibir retroalimentación inmediata, lo que les permite aprender de sus errores y profundizar su comprensión.

Puede generar modelos predictivos que permiten a los estudiantes explorar “qué pasaría si...” en diferentes escenarios científicos. Esto les ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y a comprender las implicaciones de diferentes decisiones o acciones.

Simulación de escenarios realistas e inmersivos:

Esta tecnología permite recrear laboratorios completos en el mundo virtual. Los estudiantes pueden realizar experimentos con instrumentos y sustancias virtuales, manipular variables, recoger datos y analizar resultados, todo ello sin las limitaciones de espacio, tiempo o recursos de un laboratorio tradicional. Además, los laboratorios virtuales ofrecen un entorno seguro donde los estudiantes pueden aprender de sus errores sin riesgos reales, potencia experiencias inmersivas a través de la RV y la RA. Con la RV, los estudiantes pueden sumergirse en entornos virtuales tridimensionales, como el interior de una célula, el fondo del océano o la superficie de Marte. La RA, por otro lado, superpone elementos virtuales al mundo real, permitiendo interactuar con modelos tridimensionales de moléculas, observar el esqueleto de un dinosaurio

en su propia sala de estar o diseccionar un corazón virtual sin necesidad de un espécimen real.

Beneficios de la simulación de escenarios:

Las experiencias inmersivas y realistas captan la atención de los estudiantes y los motivan a aprender. Al sentirse parte de la experiencia, los estudiantes se involucran más activamente en el proceso de aprendizaje, permite visualizar conceptos abstractos y comprender las relaciones entre diferentes elementos de un sistema. Al experimentar de primera mano los fenómenos científicos, se desarrolla una comprensión más profunda y duradera.

La combinación de la Inteligencia Artificial (IA) y los laboratorios remotos está derribando barreras geográficas y económicas en el acceso a la experimentación científica. Los laboratorios remotos, que permiten a los usuarios controlar instrumentos y realizar experimentos a distancia a través de Internet, se ven potenciados por la IA para ofrecer una experiencia más accesible, eficiente y personalizada.

### **¿CÓMO LA IA MEJORA LOS LABORATORIOS REMOTOS?**

Puede automatizar tareas rutinarias en el laboratorio, como la calibración de instrumentos, la preparación de muestras y el control de las condiciones experimentales. Esto libera tiempo a los estudiantes para que se centren en el diseño experimental, el análisis de datos y la interpretación de resultados. Permite monitorizar los experimentos en tiempo real, recoger datos de forma automática y analizarlos para identificar patrones y tendencias. Los alumnos pueden visualizar los resultados a medida que se generan y ajustar las condiciones experimentales en consecuencia, también puede actuar como un asistente virtual en el laboratorio remoto, guiando a los estudiantes a través de los procedimientos experimentales, respondiendo a sus preguntas y ofreciendo retroalimentación personalizada.

Los laboratorios remotos permiten acceder a instrumentos y equipos sofisticados que no estarían disponibles en un laboratorio tradicional. La IA facilita el control y la gestión de estos recursos, asegurando que se utilicen de forma eficiente y segura, facilita la colaboración entre alumnos y científicos de diferentes partes del mundo.

Beneficios de los laboratorios remotos con IA:

Los laboratorios remotos eliminan las barreras geográficas y económicas que impiden el acceso a la experimentación científica. Los estudiantes de cualquier parte del mundo pueden realizar experimentos en laboratorios de vanguardia sin necesidad de desplazarse, pueden acceder en cualquier momento y desde cualquier lugar con conexión a Internet. La IA permite personalizar la experiencia de aprendizaje, adaptando el ritmo y la complejidad de los experimentos a las necesidades individuales de cada estudiante, además permiten un uso más eficiente de los recursos científicos, los instrumentos y equipos pueden ser compartidos por múltiples usuarios y las simulaciones con IA pueden reducir la necesidad de materiales y

reactivos costosos.

Los laboratorios remotos con IA promueven la colaboración entre estudiantes y científicos de diferentes partes del mundo, creando una comunidad científica global más conectada e interactiva.

### **ALGUNAS METODOLOGÍAS, MÉTODOS, ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS EDUCATIVAS QUE SE ALINEAN CON ESTE PARADIGMA SON:**

La Inteligencia Artificial (IA) está redefiniendo el panorama educativo, y en la enseñanza de la ciencia, su impacto es particularmente profundo. Para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la IA, es necesario adoptar metodologías de enseñanza que rompan con los esquemas tradicionales y fomenten un aprendizaje más activo, personalizado y centrado en el estudiante.

Aprendizaje basado en proyectos:

En este enfoque, los estudiantes asumen un rol protagónico al involucrarse en proyectos que les permiten aplicar sus conocimientos para resolver desafíos reales. La IA se convierte en una herramienta poderosa que les permite acceder a información relevante, analizar datos complejos, crear modelos y simulaciones, y comunicar sus hallazgos de forma efectiva, el trabajo en equipo es esencial en el aprendizaje basado en proyectos, lo que fomenta la colaboración, la comunicación y el aprendizaje entre pares. Esta tecnología puede facilitar la formación de equipos con diversas habilidades, la comunicación fluida entre sus miembros y la gestión eficiente de proyectos.

Ejemplos:

- Estudiantes utilizan la IA para analizar datos sobre la calidad del aire en su ciudad y desarrollar propuestas para reducir la contaminación.
- Un grupo diseña un robot con IA para ayudar en tareas de rescate en desastres naturales.
- Se crea una aplicación móvil con IA para identificar plantas y animales en un ecosistema local.

Aprendizaje basado en problemas:

Esta metodología despierta la curiosidad y el pensamiento crítico de los estudiantes al presentarles un problema o desafío que deben resolver utilizando sus conocimientos y habilidades. La IA proporciona herramientas de análisis, simulación y visualización que les permiten explorar diferentes soluciones, evaluar sus consecuencias y tomar decisiones informadas. Se convierten en pequeños investigadores que formulan hipótesis, diseñan experimentos, recolectan y analizan datos, y extraen conclusiones. La IA puede facilitar el acceso a bases de datos científicos, la realización de experimentos virtuales y el análisis de grandes conjuntos de datos.

### Ejemplo:

- Estudiantes investigan las causas de una enfermedad en una población utilizando herramientas de IA para analizar datos epidemiológicos y factores ambientales.
- Se analiza el impacto de un derrame de petróleo en un ecosistema marino utilizando simulaciones con IA.
- Se diseña un experimento virtual para estudiar el comportamiento de un gas ideal en diferentes condiciones de presión y temperatura.

### Gamificación:

La gamificación aprovecha el poder del juego para hacer el aprendizaje más atractivo, motivador y divertido. La IA permite crear juegos educativos más personalizados e inmersivos, adaptando la dificultad, los desafíos y las recompensas a las necesidades y preferencias de cada estudiante, puede proporcionar retroalimentación inmediata, recompensar sus logros y ofrecer sugerencias para mejorar su desempeño. Esto les ayuda a mantenerse motivados y a perseverar en su aprendizaje.

### Ejemplos:

- Un juego de realidad virtual donde los estudiantes deben resolver puzzles científicos para avanzar a través de diferentes niveles.
- Una aplicación móvil que utiliza la IA para crear un juego de simulación donde los estudiantes deben gestionar un ecosistema y tomar decisiones para mantener su equilibrio.
- Una plataforma online que utiliza la gamificación para enseñar conceptos de física a través de desafíos y competencias entre estudiantes.

### Aprendizaje entre pares:

El aprendizaje entre pares fomenta la interacción, la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los estudiantes. La IA puede conectar a los alumnos con intereses y habilidades similares, facilitar la comunicación y la colaboración a través de plataformas online, y proporcionar herramientas de evaluación y retroalimentación entre pares, aprenden unos de otros, comparten diferentes perspectivas, se apoyan mutuamente y construyen conocimiento de forma conjunta.

### Ejemplos:

- Plataformas online con IA que permiten a los estudiantes formar grupos de estudio, compartir recursos, realizar videollamadas y colaborar en proyectos.
- Herramientas de IA que facilitan la evaluación y retroalimentación entre pares, permitiendo a los estudiantes evaluar el trabajo de sus compañeros y ofrecer sugerencias de mejora.

- Foros de discusión online donde los estudiantes pueden debatir temas científicos, compartir sus ideas y aprender de las perspectivas de otros.

También podemos citar:

- Aprendizaje basado en la indagación: Estimula la curiosidad y la exploración, permitiendo a los estudiantes formular preguntas, investigar y descubrir respuestas por sí mismos.
- Uso de simulaciones y modelos: Facilita la visualización y comprensión de conceptos abstractos, así como la experimentación en entornos seguros y controlados.
- Laboratorios Extendidos: Integran la experimentación práctica con las posibilidades de la IA, ofreciendo un entorno de aprendizaje inmersivo y personalizado.
- Aprendizaje personalizado: Adapta el ritmo y el contenido del aprendizaje a las necesidades e intereses individuales de cada estudiante, maximizando su potencial.

### **EL EGRESADO IDEAL EN ESTE NUEVO PARADIGMA EDUCATIVO DEBE SER:**

- Creativo e innovador: Capaz de generar ideas originales y soluciones novedosas a los desafíos actuales y futuros.
- Pensador crítico y reflexivo: Capaz de analizar información de manera crítica, evaluar diferentes perspectivas y tomar decisiones informadas.
- Solucionador de problemas: Capaz de identificar, analizar y resolver problemas de manera efectiva y eficiente.
- Comunicador efectivo: Capaz de expresar sus ideas de manera clara y persuasiva, tanto oralmente como por escrito.
- Colaborador y líder: Capaz de trabajar en equipo, liderar proyectos y contribuir al logro de objetivos comunes.
- Aprendiz autónomo y permanente: Capaz de gestionar su propio aprendizaje, adaptarse a los cambios y mantenerse actualizado en un mundo en constante evolución.
- Ético y responsable: Consciente de las implicaciones sociales y ambientales de sus acciones, y comprometido con el uso responsable de la tecnología y el conocimiento.

Los diseños curriculares y los contenidos a enseñar deben adaptarse, centrándose en el desarrollo de competencias y habilidades, más que en la mera transmisión de información. Es fundamental fomentar la interdisciplinariedad, la conexión con el mundo real y la aplicación práctica del conocimiento. La IA puede ser utilizada para personalizar el aprendizaje, ofrecer retroalimentación en tiempo real y generar contenidos dinámicos y adaptados a las necesidades de cada estudiante.

### **LOS LABORATORIOS EXTENDIDOS COMO PILAR DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA DEL FUTURO: UN**

## ANÁLISIS EN PROFUNDIDAD

La convergencia entre la experimentación científica tradicional y las tecnologías emergentes, especialmente la Inteligencia Artificial (IA), está dando lugar a un nuevo modelo de laboratorio: el Laboratorio Extendido. Este modelo trasciende las limitaciones físicas y temporales de los laboratorios convencionales, abriendo un abanico de posibilidades para la educación científica del futuro. A continuación, profundizamos en sus características y potencialidades:

### Características Fundamentales de los Laboratorios Extendidos

- **Flexibilidad y Accesibilidad:** Los Laboratorios Extendidos rompen las barreras de acceso a la experimentación científica. Permiten a los estudiantes realizar experimentos en cualquier momento y lugar, utilizando dispositivos conectados a internet. Esto democratiza el acceso a la ciencia, especialmente en áreas remotas o con recursos limitados.
- **Integración de Tecnologías Emergentes:** La IA, la realidad virtual, la realidad aumentada y el internet de las cosas se integran en los Laboratorios Extendidos, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje. Los estudiantes pueden interactuar con simulaciones realistas, visualizar datos en 3D, controlar experimentos a distancia y colaborar con otros en tiempo real.
- **Personalización del Aprendizaje:** La IA permite adaptar los experimentos y las actividades a las necesidades e intereses de cada estudiante. Los sistemas pueden ofrecer retroalimentación personalizada, ajustar el nivel de dificultad y sugerir recursos adicionales, optimizando el proceso de aprendizaje.
- **Fomento de la Creatividad y la Innovación:** Los Laboratorios Extendidos estimulan la curiosidad y el pensamiento crítico. Los estudiantes pueden diseñar sus propios experimentos, explorar hipótesis y desarrollar soluciones creativas a problemas reales. La IA puede actuar como un asistente virtual, brindando sugerencias y guiando la exploración.
- **Conexión con el Mundo Real:** Los Laboratorios Extendidos permiten a los estudiantes abordar problemas relevantes y aplicar sus conocimientos en contextos reales. Pueden colaborar con científicos, analizar datos de investigaciones en curso y contribuir a la resolución de desafíos globales.

## POTENCIALIDADES DE LOS LABORATORIOS EXTENDIDOS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

- **Superación de Limitaciones:** Los Laboratorios Extendidos eliminan las barreras de espacio, tiempo y recursos. Los estudiantes pueden acceder a equipamiento especializado, realizar experimentos complejos y colaborar con expertos de todo el mundo, sin importar su ubicación geográfica.

- Desarrollo de Habilidades Clave: Los Laboratorios Extendidos fomentan el desarrollo de habilidades esenciales para el siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación y la colaboración. Estas habilidades son fundamentales para el éxito en cualquier ámbito profesional.
- Motivación y Compromiso: La integración de tecnologías emergentes y la posibilidad de experimentar en contextos reales aumentan la motivación y el compromiso de los estudiantes. El aprendizaje se vuelve más activo, significativo y relevante para sus vidas.
- Formación de Ciudadanos Científicamente Alfabetizados: Los Laboratorios Extendidos contribuyen a la formación de ciudadanos capaces de comprender y evaluar la información científica, tomar decisiones informadas y participar activamente en debates sobre temas de relevancia social.

Los laboratorios extendidos con IA tienen un gran potencial para revolucionar la educación científica, pero su implementación no está exenta de desafíos. Para que esta tecnología beneficie a todos los estudiantes, debemos abordar obstáculos como la brecha digital, que impide que estudiantes de zonas rurales o con bajos ingresos accedan a la tecnología y la conectividad necesarias. Esto puede solucionarse con programas de acceso a dispositivos y conectividad subsidiados, el uso de dispositivos móviles o la creación de espacios con acceso a Internet en bibliotecas. Además, las instituciones educativas necesitan invertir en una infraestructura tecnológica robusta, que incluya computadoras, software, conexión a Internet de alta velocidad y dispositivos de realidad virtual o aumentada, para poder usar los laboratorios extendidos con IA. Esto se puede lograr mediante la inversión en redes de alta velocidad, servidores potentes, software actualizado y personal técnico capacitado, así como la colaboración entre instituciones para compartir recursos.

Otro desafío es el desarrollo de habilidades digitales en los estudiantes, para que puedan utilizar las herramientas de IA de forma efectiva. Deben aprender habilidades básicas de informática, análisis de datos y programación. Para ello, se pueden integrar la enseñanza de habilidades digitales en el currículo, ofrecer talleres y cursos de formación en pensamiento computacional y uso de herramientas de IA. También es crucial que los estudiantes desarrollen un pensamiento científico sólido en la era digital, aprendiendo a formular preguntas, diseñar experimentos e interpretar resultados, utilizando la IA como herramienta para potenciar su capacidad de indagación. Esto se puede lograr mediante el énfasis en la enseñanza de métodos científicos, pensamiento crítico y resolución de problemas, y el diseño de actividades que integren la IA con la experimentación.

La integración curricular de los laboratorios extendidos con IA es fundamental, y requiere una planificación cuidadosa y la adaptación de las metodologías de enseñanza. Se deben diseñar planes de estudio que incorporen la IA en diferentes áreas de la ciencia, desarrollar materiales

didácticos interactivos y plataformas de aprendizaje online. Además, los docentes necesitan formación y apoyo para integrar la IA en sus prácticas pedagógicas, lo que se puede lograr mediante programas de formación docente continua, creación de comunidades de práctica y mentorías con expertos en IA en la educación. Es importante abordar la posible resistencia al cambio de algunos docentes con empatía, ofreciendo apoyo y formación para facilitar la transición hacia un modelo educativo con IA. Para ello, se necesita una comunicación clara sobre los beneficios de la IA en la educación, involucrar a los docentes en el proceso de implementación y reconocer sus esfuerzos por innovar.

La implementación de laboratorios extendidos con IA requiere una inversión inicial en tecnología, software y formación, por lo que es fundamental buscar modelos de financiación que garanticen la sostenibilidad a largo plazo, como subvenciones gubernamentales, alianzas con empresas tecnológicas y modelos de suscripción a plataformas de IA. También es necesario prever la actualización periódica de los sistemas de IA, mediante planes de actualización de software y hardware, y la formación continua del personal técnico.

Finalmente, es crucial abordar las implicaciones éticas y de seguridad de la IA en la educación. Se deben proteger la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes, mediante políticas de privacidad, el consentimiento informado y el uso de plataformas de IA con medidas de seguridad robustas. También es necesario mitigar el sesgo algorítmico utilizando datos diversos para entrenar los algoritmos de IA, auditando los sistemas para detectar sesgos y promoviendo la transparencia. Además, es importante educar a los estudiantes sobre el uso responsable de la IA y sus implicaciones éticas, incluyendo la ética de la IA en el currículo y fomentando el debate sobre su impacto en la sociedad.

Abordar estos desafíos requiere un enfoque multidisciplinario que involucre a educadores, investigadores, desarrolladores de tecnología, políticos y la sociedad en general. Solo a través de la colaboración podremos aprovechar al máximo el potencial de los laboratorios extendidos con IA para transformar la educación científica y preparar a los estudiantes para el futuro.

## CONCLUSIÓN

La Inteligencia Artificial está transformando la educación científica al propiciar un aprendizaje más activo, personalizado y centrado en el estudiante. En este nuevo paradigma, el aprendizaje y la creación se entrelazan desde el inicio, y la IA, con su capacidad para procesar información, generar modelos y simular escenarios, se convierte en un catalizador de este cambio.

Los laboratorios extendidos con IA permiten integrar la experimentación práctica con las posibilidades de la IA, creando entornos de aprendizaje inmersivos y personalizados. Los estudiantes pueden explorar, experimentar y construir conocimiento de manera activa y significativa, utilizando la IA para acceder a información, analizar datos, crear modelos y

simulaciones, y colaborar con otros estudiantes.

La implementación de laboratorios extendidos con IA plantea desafíos importantes, como la brecha digital, la necesidad de desarrollar habilidades digitales y científicas en los estudiantes, la integración curricular y la formación docente, los costos y la sostenibilidad, y las implicaciones éticas y de seguridad. Abordar estos desafíos requiere un esfuerzo conjunto de instituciones educativas, gobiernos, empresas tecnológicas y la comunidad educativa en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adam, F. (1970). *Andragogía: ciencia de la educación de adultos*. Federación Interamericana de Educación de Adultos (FIDEA).
- Alcalá, A. (1995). *Aspectos legales, teóricos y conceptuales de la educación de adultos*. Universidad Nacional Abierta, Dirección de Investigación y Postgrado.
- Álvarez, R. (2015). *El laboratorio extendido: nuevas perspectivas para la educación científica en entornos digitales*.
- Arguedas-Matarrita, C., & Concari, S. B. (2018). Características deseables en un laboratorio remoto para la enseñanza de la física: Indagando a los especialistas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 702–720. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p702>
- Brandt, J. (1998). *Andragogía: propuesta de autoeducación*. Tercer Milenium.
- Caraballo, R. (2007). La andragogía en la educación superior. *Revista de Investigación y Postgrado*, 22(2), 187–206.
- Castañeda, L. (2004). Educación superior y nuevas tecnologías: nuevos horizontes, nuevas exigencias. En *II Congreso On Line. Observatorio para la Cibersociedad*. <http://www.cibersociedad.net/congres2004>
- Centro para el Currículo Rediseñado. (2023). *Inteligencia artificial en la educación. Promesas e implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje*. Centro para el Currículo Rediseñado. <https://www.core-ed.org/>
- Chacón, P. (2012). La andragogía como disciplina propulsora de conocimiento en la educación superior. *Revista Electrónica Educare*, 16(1), 15–26. [https://doi.org/10.1409-4258 \(DOI incompleto en la fuente original\)](https://doi.org/10.1409-4258)
- Díaz Barriga, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- Domínguez, C. (2016). *La didáctica de la educación, bajo el enfoque andragógico* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://revistasdigi.usac.edu.gt/ipn/>

<index.php/IPN/article/viewFile/42/72>

- Escobar, M., & Gómez, J. (2018). Método andragógico: pilar fundamental de la enseñanza en la educación superior. *REDINE, 10*(1), 60–67.
- Fernández, A. (2000). Estrategias docentes, enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento. *Docencia Universitaria, 1*, 111–113.
- Flores, M. (2004). *Andragogía, motivación intrínseca del aprendizaje*. Universidad Nacional Abierta, Dirección de Investigación y Postgrado.
- Furió, C., & Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). *Inteligencia artificial en la educación. Promesas e implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje*. Centro para el Currículo Rediseñado.
- Holmes, W. (2017). *Inteligencia artificial en la educación: El próximo cambio de paradigma en el aprendizaje*.
- Idoyaga, I. J. (2022). El laboratorio extendido: Rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM, 1*, e823.
- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence: The future of education for the 21st century*. Routledge.

# FISICABOT: UNA AVENTURA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Carlos Marcelo Ruiz – ISFDC N.º 1 “Mons. Dr. Jorge Gottau”, Argentina  
Analía Gabriela Travesino – ISFDC N.º 1 “Mons. Dr. Jorge Gottau”, Argentina

## INTRODUCCIÓN

El profesorado de física, una pieza clave en la formación de futuros científicos y educadores, se enfrenta al reto de enseñar una disciplina que, aunque fascinante, suele percibirse como compleja y abstracta. Los estudiantes pueden encontrar dificultades para comprender conceptos fundamentales, visualizar fenómenos y resolver problemas, lo que puede impactar su motivación y desempeño académico. En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) surge como una herramienta prometedora para enriquecer la experiencia de aprendizaje y facilitar la labor docente.

FISICABOT, un chatbot de física impulsado por IA, se presenta como un aliado en este proceso. Con su capacidad para brindar explicaciones claras, ejemplos prácticos, recursos interactivos y evaluaciones personalizadas, FISICABOT busca empoderar a los estudiantes en su camino hacia el dominio de la física. A través de este relato de experiencias, nos proponemos evaluar la efectividad de FISICABOT en el aprendizaje de los estudiantes, identificar sus fortalezas y debilidades, y explorar cómo puede integrarse de manera óptima en la práctica docente.

## OBJETIVOS Y ACCIONES

Nuestra experiencia se centró en el desarrollo e implementación de FISICABOT, un chatbot de física impulsado por inteligencia artificial, con el objetivo de revolucionar la forma en que los estudiantes interactúan con esta disciplina. Buscamos crear una herramienta que ofreciera:

- Explicaciones claras y concisas: FISICABOT fue diseñado para desglosar conceptos complejos en términos sencillos y comprensibles, utilizando un lenguaje accesible para los estudiantes.
- Ejemplos prácticos: Para dar vida a la teoría, FISICABOT proporciona ejemplos del mundo real que ilustran cómo se aplican los principios físicos en situaciones cotidianas, haciendo que la física sea más relevante y tangible.
- Recursos interactivos: A través de simulaciones, animaciones y cuestionarios interactivos, FISICABOT fomenta la exploración activa y el aprendizaje autónomo, permitiendo a los estudiantes experimentar con los conceptos de manera práctica.

A lo largo del proyecto, realizamos una investigación exhaustiva, explorando las últimas

tendencias en IA y educación. Diseñamos cuidadosamente la estructura del chatbot, asegurándonos de que fuera intuitivo y fácil de usar. Implementamos algoritmos de procesamiento de lenguaje natural que permitieran a FISICABOT comprender y responder a las preguntas de los estudiantes de manera efectiva. Desarrollamos una base de conocimiento sólida y en constante expansión, abarcando una amplia gama de temas de física. Además, incorporamos funcionalidades interactivas como simulaciones y evaluaciones para enriquecer la experiencia de aprendizaje y hacer que la física sea más atractiva y accesible para los estudiantes.

## PROPOSITOS

- Mejorar la comprensión de conceptos físicos complejos a través de explicaciones claras, ejemplos prácticos y visualizaciones interactivas, FISICABOT busca ayudar a los estudiantes a superar las barreras conceptuales y desarrollar una comprensión profunda de los principios físicos.
- Fomentar el aprendizaje autónomo y la exploración activa de la física al proporcionar una plataforma interactiva y accesible las 24 horas del día, FISICABOT anima a los estudiantes a tomar las riendas de su propio aprendizaje, explorando la física a su propio ritmo y según sus intereses.
- Proporcionar una fuente de conocimiento confiable. FISICABOT se basa en una base de conocimiento cuidadosamente seleccionada y actualizada, garantizando que los estudiantes tengan acceso a información precisa y confiable en todo momento.
- Contribuir a la modernización de la enseñanza: FISICABOT representa un paso hacia la integración de tecnologías emergentes en el aula, preparando a los estudiantes para un mundo cada vez más digitalizado.
- Promover la inclusión: Al ofrecer apoyo personalizado y adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, FISICABOT busca crear un entorno de aprendizaje inclusivo donde todos los estudiantes puedan prosperar.

## METODOLOGÍA

- Diseño de la experiencia:

El profesorado de física ha dado un paso audaz hacia la innovación educativa con la implementación gradual y estratégica de FISICABOT, un chatbot de inteligencia artificial diseñado para apoyar el aprendizaje de esta disciplina.

En una primera fase, FISICABOT se presentó a los estudiantes como un recurso de libre acceso, disponible en cualquier momento del día. Esta estrategia permitió que los alumnos se familiarizaran con la herramienta a su propio ritmo, utilizándola para resolver dudas, buscar información y practicar ejercicios.

Posteriormente, FISICABOT se integró de manera más activa en las clases teóricas y prácticas. Los docentes lo aprovecharon para ilustrar conceptos complejos de manera interactiva, realizar demostraciones virtuales, proponer actividades de evaluación formativa y brindar retroalimentación inmediata a los estudiantes.

Esta implementación gradual, estratégica y reflexiva ha permitido que tanto docentes como estudiantes se adapten a la herramienta y descubran su potencial para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje de la física.

FISICABOT se ha convertido en un valioso aliado en el aula, fomentando la participación activa de los estudiantes, personalizando el aprendizaje y brindando apoyo continuo. Sin duda, esta iniciativa marca un hito en la transformación digital de la educación en física y abre un abanico de posibilidades para el futuro.

- **Participantes:**

El innovador proyecto de chatbot llamado FISICABOT ha sido implementado con gran éxito en un profesorado de física, involucrando a 40 estudiantes y 5 docentes de la institución. Esta experiencia pionera ha demostrado el potencial de la inteligencia artificial para transformar la forma en que se aprende y se enseña la física.

Los estudiantes, que se encontraban en distintas etapas de su formación docente, tuvieron la oportunidad de interactuar con FISICABOT, un chatbot diseñado específicamente para responder preguntas, resolver dudas y proporcionar explicaciones sobre conceptos físicos. Esta herramienta se adaptó a los diferentes niveles de conocimiento de los estudiantes, brindando apoyo personalizado y fomentando un aprendizaje autónomo.

Los docentes desempeñaron un papel crucial en esta iniciativa, no solo como facilitadores del proceso de aprendizaje, sino también como colaboradores activos en el desarrollo y mejora de FISICABOT. Su retroalimentación constante y su experiencia en el aula permitieron refinar la herramienta y adaptarla a las necesidades específicas de los estudiantes del profesorado.

Los resultados de esta experiencia han sido sumamente positivos. Los estudiantes destacaron la accesibilidad y la disponibilidad 24/7 de FISICABOT, lo que les permitió resolver dudas en cualquier momento y lugar. Además, valoraron la capacidad del chatbot para proporcionar explicaciones claras y ejemplos prácticos, lo que facilitó la comprensión de conceptos complejos.

Por su parte, los docentes resaltaron el potencial de FISICABOT para complementar la enseñanza tradicional y fomentar un aprendizaje más activo y participativo. La herramienta permitió a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y explorar temas de interés de manera autónoma, liberando tiempo para que los docentes se enfocaran en actividades de mayor profundidad y en la atención individualizada.

Esta exitosa implementación de FISICABOT en el profesorado de física abre un abanico de

posibilidades para el futuro de la educación. La inteligencia artificial se presenta como una aliada poderosa para personalizar el aprendizaje, brindar apoyo continuo a los estudiantes y potenciar el rol de los docentes como guías y facilitadores del conocimiento.

Esta iniciativa demuestra el compromiso de la institución con la innovación educativa y el uso de tecnologías emergentes para mejorar la formación de sus estudiantes. FISICABOT no solo facilita el acceso a información relevante sobre física, sino que también fomenta la interacción y el aprendizaje colaborativo, creando un entorno de estudio más dinámico y motivador.

- Recolección de datos:

En un esfuerzo por comprender el verdadero alcance de la influencia de FISICABOT en el aula, se ha llevado a cabo una rigurosa recolección de datos que abarca desde encuestas a estudiantes y docentes hasta la observación directa en clase y el análisis detallado de los patrones de uso del chatbot.

Esta meticulosa investigación ha arrojado luz sobre aspectos clave de la efectividad de FISICABOT, proporcionando información invaluable que guiará su desarrollo y optimización continua. Los resultados preliminares sugieren que FISICABOT está desempeñando un papel significativo en la mejora de la comprensión de conceptos físicos complejos, fomentando la participación activa de los estudiantes y brindando apoyo personalizado a aquellos que lo necesitan.

Se espera que los hallazgos completos de este estudio se publiquen próximamente, ofreciendo una visión detallada de cómo FISICABOT está transformando la enseñanza y el aprendizaje de la física en las aulas de hoy.

## RESULTADOS

- Análisis de encuestas:

Las encuestas realizadas entre estudiantes y docentes revelaron una notable aceptación y valoración positiva de FISICABOT como herramienta de apoyo en el aprendizaje de la física.

Resultados en estudiantes:

- Facilidad de uso: Un 85% de los estudiantes encuestados encontró FISICABOT fácil de usar, lo que sugiere una interfaz intuitiva y accesible que facilita su adopción y uso continuo.
- Comprensión de conceptos: El 70% de los estudiantes afirmó que FISICABOT les ayudó a comprender mejor los conceptos de física, lo que indica su efectividad como recurso didáctico para aclarar dudas y profundizar en el conocimiento.
- Satisfacción general: Un impresionante 90% de los estudiantes expresó su satisfacción con FISICABOT y manifestó su deseo de seguir utilizándolo en el futuro, lo que demuestra su valor percibido y su potencial para impactar positivamente en el proceso de aprendizaje.

### Resultados en docentes:

- Valoración positiva: El 100% de los docentes encuestados consideró que FISICABOT es una herramienta valiosa en el contexto educativo, lo que respalda su relevancia y utilidad en el aula.
- Facilitador de la labor docente: El 80% de los docentes indicó que FISICABOT facilitó su labor, lo que sugiere que la herramienta puede contribuir a optimizar el tiempo y los recursos de los educadores, permitiéndoles enfocarse en otros aspectos importantes de la enseñanza.
- Personalización y apoyo: Tanto estudiantes como docentes destacaron el potencial de FISICABOT para personalizar el aprendizaje y brindar apoyo individualizado, lo que resalta su capacidad para adaptarse a las necesidades y ritmos de cada estudiante, promoviendo un aprendizaje más efectivo y significativo.

### Conclusión sobre el resultado de las encuestas:

Los resultados de las encuestas evidencian una alta aceptación y valoración de FISICABOT por parte de estudiantes y docentes. Los estudiantes valoran su facilidad de uso, su contribución a la comprensión de conceptos y su impacto positivo en su aprendizaje. Los docentes reconocen su valor como herramienta complementaria, su capacidad para facilitar su labor y su potencial para personalizar el aprendizaje y brindar apoyo individualizado.

- Análisis de observación y datos de uso: La observación en clase y el análisis de los datos de uso confirmaron el compromiso activo de los estudiantes con FISICABOT. Las consultas más frecuentes se centraron en la resolución de problemas, la búsqueda de definiciones y la aclaración de conceptos. Los docentes utilizaron FISICABOT de diversas maneras, incluyendo presentaciones visuales, actividades de evaluación y motivación para el aprendizaje. El aumento constante en el tiempo de interacción con el chatbot sugiere un creciente interés y confianza en su uso.

La observación directa en el aula y el análisis de los datos de uso de FISICABOT proporcionaron evidencia adicional que respalda su impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

### Compromiso estudiantil:

- Interacción activa: La observación en clase reveló un compromiso activo de los estudiantes con FISICABOT, evidenciado por su participación en consultas y diálogos con el chatbot.
- Consultas frecuentes: El análisis de los datos de uso mostró que las consultas más frecuentes se centraron en la resolución de problemas, la búsqueda de definiciones y la aclaración de conceptos, lo que sugiere que FISICABOT se utiliza como un recurso de apoyo para abordar dudas específicas y profundizar en el conocimiento.

- Creciente interés: El aumento constante en el tiempo de interacción con FISICABOT a lo largo del período de estudio indica un creciente interés y confianza en su uso por parte de los estudiantes, lo que sugiere que la herramienta se está integrando de manera efectiva en su rutina de aprendizaje.

#### Uso docente:

- Versatilidad: Los docentes demostraron una notable versatilidad en el uso de FISICABOT, empleándolo para diversos fines educativos, como presentaciones visuales, actividades de evaluación y motivación para el aprendizaje.

- Recurso complementario: La variedad de usos observados sugiere que FISICABOT se percibe como un recurso complementario valioso que enriquece la experiencia de enseñanza y aprendizaje, brindando a los docentes nuevas herramientas para abordar los contenidos de manera más dinámica e interactiva.

#### Conclusión sobre la observación y datos de uso:

En conjunto, la observación en clase y el análisis de los datos de uso confirman que FISICABOT está siendo adoptado de manera activa y efectiva tanto por estudiantes como por docentes. Su uso frecuente y variado, junto con el creciente interés de los estudiantes, respaldan su potencial para mejorar el aprendizaje de la física y enriquecer la experiencia educativa en general.

### ASPECTOS POSITIVOS Y DIFICULTADES

El desarrollo e implementación de FISICABOT ha sido una experiencia emocionante y desafiante. La creación de una herramienta educativa innovadora, con el potencial de transformar la forma en que los estudiantes interactúan con la física, ha sido una fuente constante de motivación. Ver cómo FISICABOT cobra vida y se convierte en un recurso valioso para los estudiantes ha sido gratificante.

La colaboración interdisciplinaria ha sido clave para el éxito del proyecto. La combinación de conocimientos en física, educación e inteligencia artificial nos permitió abordar los desafíos desde múltiples ángulos, enriqueciendo el proceso de desarrollo y asegurando que FISICABOT fuera tanto pedagógicamente sólido como tecnológicamente avanzado.

Sin embargo, el camino no estuvo exento de obstáculos. Programar un chatbot capaz de comprender el lenguaje natural de los estudiantes y proporcionar respuestas precisas y relevantes resultó ser un desafío considerable. La ambigüedad inherente al lenguaje humano y la diversidad de formas en que los estudiantes pueden formular sus preguntas requirieron un esfuerzo constante para refinar los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural y la base de conocimiento de FISICABOT.

Mantener la base de conocimiento actualizada y abordar la amplia gama de preguntas y necesidades de los estudiantes también presentó un desafío continuo. La física es un campo

vasto y en constante evolución, y garantizar que FISICABOT estuviera al día con los últimos avances y pudiera responder a preguntas sobre temas especializados requirió una dedicación constante a la investigación y la actualización de la información.

A pesar de estas dificultades, el equipo perseveró, impulsado por la visión de un futuro donde la IA desempeñe un papel crucial en la mejora de la educación. La pasión por la física, el compromiso con la innovación educativa y la creencia en el potencial de FISICABOT para empoderar a los estudiantes nos permitieron superar los obstáculos y crear una herramienta que esperamos tenga un impacto positivo duradero en el aprendizaje de la física.

## CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN

El proyecto se llevó a cabo en el Instituto Superior de Formación Docente Continua N°1 Mons Dr Jorge Gotta de Añatuya, Santiago del Estero, Argentina. Esta institución se destaca por su compromiso con la investigación y la innovación en el campo de la física, brindando un entorno propicio para el desarrollo de FISICABOT. El acceso a recursos tecnológicos y el apoyo de la comunidad académica fueron fundamentales para el éxito del proyecto.

El proyecto se llevó a cabo en el Instituto Superior de Formación Docente Continua N°1 Mons Dr Jorge Gotta de Añatuya, Santiago del Estero, Argentina.

### Cambios en el Aula y la Escuela

La implementación de FISICABOT no solo transformó la forma en que los estudiantes aprenden física, sino que también impulsó una serie de cambios profundos en la dinámica del aula y en la cultura escolar en general.

- El aula se vuelve más dinámica y centrada en el estudiante: Con FISICABOT como un recurso siempre disponible, los estudiantes dejaron de estar limitados al horario de clases o a la disponibilidad del profesor. Esto permitió que cada uno avanzara a su propio ritmo, dedicando más tiempo a los temas que les resultaban más desafiantes y recibiendo explicaciones personalizadas en el momento exacto en que las necesitaban.
- El rol del profesor evoluciona: Los docentes, liberados de la tarea de repetir explicaciones básicas una y otra vez, pudieron asumir un papel más activo como facilitadores y guías del aprendizaje. Esto les permitió diseñar actividades más enriquecedoras, como experimentos prácticos, debates sobre aplicaciones de la física en la vida real, y proyectos colaborativos que fomentaran la creatividad y el pensamiento crítico.
- La tecnología se integra de forma natural: FISICABOT demostró que la tecnología, cuando se utiliza de manera adecuada, puede ser una aliada poderosa en el proceso educativo. La escuela, al adoptar esta herramienta, envió un mensaje claro a sus estudiantes: estamos comprometidos con la innovación y con prepararlos para un futuro en el que la tecnología jugará un papel cada vez más importante.

- La personalización se vuelve una realidad: Cada estudiante es único, con sus propias fortalezas, debilidades y estilos de aprendizaje. FISICABOT, al adaptarse a las necesidades individuales de cada uno, permitió que todos alcanzaran su máximo potencial. Esto no solo mejoró los resultados académicos, sino que también aumentó la motivación y el compromiso de los estudiantes con su propio aprendizaje.
- La escuela se proyecta hacia el futuro: La implementación exitosa de FISICABOT posicionó a la institución como un referente en innovación educativa. Esto no solo atrajo a nuevos estudiantes y docentes, sino que también inspiró a otras escuelas a explorar nuevas formas de enseñar y aprender. FISICABOT se convirtió en un símbolo del compromiso de la institución con la mejora continua y la adaptación a las necesidades cambiantes de los estudiantes y la sociedad.

En resumen, FISICABOT actuó como un catalizador, impulsando una serie de cambios que transformaron el aula en un espacio más dinámico, personalizado y centrado en el estudiante. La escuela, a su vez, se convirtió en un entorno más abierto a la innovación y mejor preparado para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

## **RECURSOS DIGITALES UTILIZADOS**

Para construir FISICABOT, utilizamos una variedad de recursos digitales, incluyendo:

- Plataforma de desarrollo de chatbots: Optamos por una plataforma de código abierto que nos brindara flexibilidad y control sobre el desarrollo del chatbot.
- Herramientas de procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático: Estas herramientas nos permitieron dotar a FISICABOT de la capacidad de comprender y responder al lenguaje natural de los estudiantes.
- Bases de datos y recursos educativos en línea: Utilizamos una amplia gama de recursos en línea para construir la base de conocimiento de FISICABOT, asegurando que fuera completa y actualizada.

## **ANÉCDOTAS**

El desarrollo de FISICABOT estuvo lleno de momentos memorables y divertidos. Recuerdo una ocasión en la que un estudiante preguntó: “¿Qué pasaría si saltara a un agujero negro?”. FISICABOT respondió con una explicación detallada sobre los efectos de la gravedad extrema y la deformación del espacio-tiempo, pero también añadió con un toque de humor: “¡Espero que no lo intentes, sería un final muy ‘estirado’ para tu aventura!”.

## **CONCLUSIÓN FINAL**

La experiencia de desarrollar e implementar FISICABOT en el Instituto Superior de Formación Docente Continua N°1 Mons Dr Jorge Gottau de Añatuya ha sido un viaje transformador, tanto

para los estudiantes como para los docentes. A través de este proyecto, hemos sido testigos del poder de la inteligencia artificial para enriquecer la enseñanza de la física, creando un entorno de aprendizaje más interactivo, personalizado y accesible.

Los resultados obtenidos demuestran que FISICABOT ha logrado cumplir con creces sus objetivos iniciales. Los estudiantes han reportado una mejora significativa en su comprensión de los conceptos físicos, gracias a las explicaciones claras, los ejemplos prácticos y las visualizaciones interactivas proporcionadas por el chatbot. Además, FISICABOT ha fomentado el aprendizaje autónomo, animando a los estudiantes a explorar la física a su propio ritmo y según sus intereses.

La integración de FISICABOT en el aula ha generado cambios positivos en la dinámica de enseñanza-aprendizaje. Los docentes han encontrado en el chatbot un valioso aliado, que les permite dedicar más tiempo a actividades de mayor valor pedagógico, como el diseño de experimentos, la resolución de problemas en grupo y la discusión de temas de actualidad relacionados con la física.

Sin embargo, el camino recorrido no ha estado exento de desafíos. Programar un chatbot capaz de comprender el lenguaje natural de los estudiantes y responder de manera precisa y relevante ha requerido un esfuerzo considerable. Mantener la base de conocimiento actualizada y abordar la diversidad de preguntas y necesidades de los estudiantes ha sido un reto constante.

A pesar de estas dificultades, el proyecto ha demostrado el enorme potencial de la inteligencia artificial para transformar la educación. FISICABOT ha abierto nuevas posibilidades para el aprendizaje personalizado, la retroalimentación instantánea y la accesibilidad al conocimiento. Además, ha impulsado la adopción de tecnologías emergentes en el ámbito educativo, preparando a los estudiantes para un futuro cada vez más digitalizado.

En el futuro, esperamos continuar desarrollando y mejorando FISICABOT, incorporando nuevas funcionalidades y expandiendo su base de conocimiento. También nos gustaría explorar la posibilidad de implementar el chatbot en otras áreas de la ciencia y la tecnología, brindando a los estudiantes un apoyo integral en su camino hacia el conocimiento.

La experiencia de FISICABOT nos ha enseñado que la inteligencia artificial puede ser una herramienta poderosa para humanizar la educación, creando un entorno de aprendizaje más inclusivo, estimulante y centrado en el estudiante. A medida que continuamos explorando las posibilidades de la IA en la educación, estamos seguros de que surgirán nuevas y emocionantes oportunidades para transformar la forma en que enseñamos y aprendemos.

En resumen, FISICABOT representa un paso significativo hacia un futuro donde la inteligencia artificial y la educación se entrelazan para crear experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y significativas para todos.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to coronavirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1–6.
- Crompton, H., Burke, D., & Gregory, K. H. (2022). The use of artificial intelligence in education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 14–31.
- Holstein, K., Wortman Vaughan, J., Griffin, P., & Shapiro, M. (2018). *Ethics of artificial intelligence in education: Towards a community-wide framework*. International Society for Technology in Education.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- 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>

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE GÉNÉRATIVE S'INVITE DANS LA FORMATION DU PERSONNEL ENSEIGNANT AU QUÉBEC: LE CAS D'UN COURS À DISTANCE VISANT LA MOBILISATION PÉDAGOGIQUE DU NUMÉRIQUE

Isabelle Savard – Université TÉLUQ, Canada

Julie Beaupré – Université TÉLUQ, Canada

Laury Bédard – Université TÉLUQ, Canada

Gustavo Adolfo Angulo Mendoza – Université TÉLUQ, Canada

Hugo Chaume – Université TÉLUQ, Canada

Caroline Brassard – Université TÉLUQ, Canada

## INTRODUCTION: CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET PÉDAGOGIQUE

L'Université TÉLUQ est la seule université francophone d'Amérique du Nord offrant des formations entièrement en ligne pour tous les cycles universitaires. Accueillant environ 20 000 personnes étudiantes annuellement, dont une majorité de femmes (72 %) et de personnes de plus de 30 ans (63 %), elle offre près de 430 cours à distance asynchrones et autorythmés, ainsi que 125 programmes, répartis sur les trois cycles. Grâce à cette offre diversifiée, l'Université TÉLUQ répond aux besoins variés des personnes apprenantes adultes, en proposant des possibilités d'apprentissage flexibles et globalement accessibles.

Dans un contexte de pénurie de personnes enseignantes qui affecte l'ensemble du système éducatif québécois, l'Université TÉLUQ a développé plusieurs programmes destinés au personnel enseignant non légalement qualifié. L'objectif est de permettre à ces personnes d'acquérir les connaissances et de développer les compétences nécessaires à l'obtention d'un brevet d'enseignement délivré par le ministère de l'Éducation du Québec.

Ainsi, le cours TED 6501 Mobiliser le numérique à des fins pédagogiques<sup>2</sup> a pour cible d'apprentissage principale de développer la compétence à mobiliser le numérique pour exercer la profession enseignante et, ce faisant, d'accompagner les élèves dans cette appropriation.

Son élaboration s'inscrit dans une démarche d'alignement avec les référentiels officiels du ministère de l'Éducation du Québec. Il s'harmonise notamment avec le Référentiel de compétences professionnelles de la profession enseignante (Gouvernement du Québec, 2020), qui balise la formation en enseignement. Parmi les treize compétences encadrant la profession, le référentiel inclut la compétence « Mobiliser le numérique », qui se décline

<sup>2</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=LUa\\_vrq0tjE](https://www.youtube.com/watch?v=LUa_vrq0tjE)

en douze dimensions présentées dans le Cadre de référence de la compétence numérique (Gouvernement du Québec, 2019). Ce cadre situe deux dimensions comme étant centrales : citoyenneté éthique et habiletés technologiques, celles-ci servent de base à l'articulation des dix autres dimensions de la compétence numérique (Figure 1).

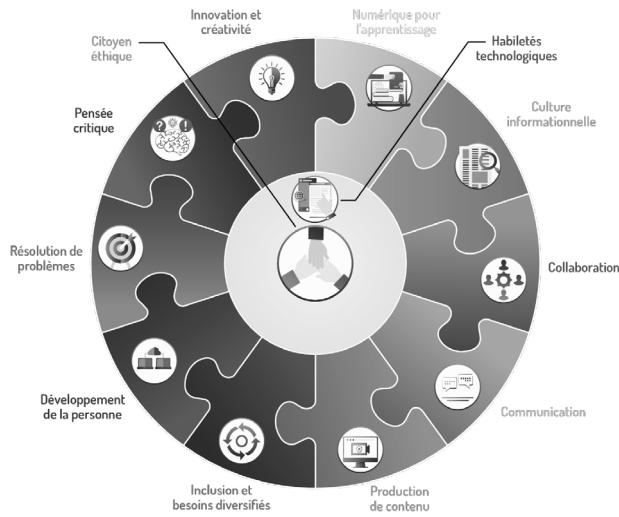


Figure 1 : Représentation graphique du Cadre de référence de la compétence numérique (Gouvernement du Québec, 2019, p. 12)

La compétence numérique est désormais considérée comme essentielle pour préparer les futurs travailleurs et travailleuses aux défis de demain. De ce fait, le Cadre de référence de la compétence numérique a pour cible : « ... que l'individu puisse développer son autonomie lorsqu'il utilise le numérique dans un contexte pédagogique ou professionnel ou encore dans la vie de tous les jours » (Gouvernement du Québec, 2019, p. 7). Au-delà de son impact sur l'employabilité, le développement de cette compétence s'avère nécessaire pour soutenir des usages responsables, critiques et créatifs du numérique (Gouvernement du Québec, 2019).

## STRUCTURE ET CONTENU DU COURS

Le cours TED 6501 Mobiliser le numérique à des fins pédagogiques est structuré en quatre modules complémentaires qui permettent aux personnes étudiantes de développer progressivement leur compréhension des savoirs, savoir-faire et savoir-agir nécessaires à la mobilisation du numérique en contexte éducatif (Figure 2). L'organisation séquentielle des modules facilite l'appropriation des concepts fondamentaux avant d'aborder leur application dans des situations pédagogiques concrètes. Cette approche s'inscrit dans le développement d'une compétence professionnelle, entendue comme la capacité à mobiliser des connaissances, ressources et procédures dans des contextes singuliers (Rey, 2009; Gagné et al. 2022). Elle est aussi pensée de manière à nourrir le plan de développement professionnel continu des personnes enseignantes (apprenantes dans le cadre du cours), qui se poursuivra au-delà du cours.



Figure 2 : Capture d'écran du site du cours TED 6501 (Savard, 2024)

Le premier module (Compétence numérique) établit les fondements conceptuels qui serviront de base théorique tout au long du parcours d'apprentissage. Y sont présentées et analysées les notions essentielles de compétence, de compétences du 21e siècle, d'éducation aux médias, de compétence numérique et de développement professionnel. Ces concepts sont abordés dans une perspective critique qui encourage les personnes apprenantes à réfléchir aux enjeux contemporains de l'éducation dans un monde numérisé, tout en développant leurs capacités adaptatives face à l'évolution rapide des environnements technologiques et informationnels (Dede, 2010) sans pour autant adopter une approche déterministe centrée sur l'objet technique (Couture, 2020).

Le deuxième module (Modèles de mobilisation) se concentre sur les modèles qui soutiennent la réflexion sur la mobilisation du numérique à des fins pédagogiques. L'accent est mis sur l'importance fondamentale de privilégier une approche où la pédagogie demeure au premier plan et où le numérique est envisagé comme une ressource au service de celle-ci, et non l'inverse. Une telle orientation reflète une préoccupation qui subsiste depuis de nombreuses années, mais qui est toujours d'actualité, dans le domaine de l'éducation numérique : éviter les approches technocentrées qui risqueraient de subordonner les objectifs d'apprentissage aux possibilités technologiques (Couture, 2020; Plante, 2017), en croisant les connaissances technologiques, pédagogiques et disciplinaires (p. ex. Mishra et Koehler, 2006). Dans le cours, les personnes étudiantes sont invitées à analyser différents modèles théoriques et à réfléchir à leur application dans des contextes éducatifs authentiques et variés. Elles sont également amenées à explorer plusieurs thèmes à saveur numérique (dont les outils et services d'IA générative).

Le troisième module (Entre pratique et recherche) invite à réfléchir à l'équilibre nécessaire entre

la recherche et la pratique dans le domaine du numérique en éducation. La réflexion s'articule autour d'un questionnement bidirectionnel : les usages pédagogiques du numérique mis en œuvre dans les classes s'appuient-ils sur des données issues de la recherche et, réciproquement, la recherche s'inspire-t-elle des réalités du terrain éducatif ? Cette préoccupation pour le dialogue entre théorie et pratique s'inscrit dans le mouvement de l'éducation fondée sur les preuves (evidence-based education), tout en reconnaissant la complexité des contextes éducatifs et la nécessité d'une approche nuancée (Biesta, 2007). Pour affiner l'analyse, ce module présente diverses communautés de pratique et plateformes d'échange où les personnes apprenantes peuvent s'informer tant sur les avancées de la recherche que sur les pratiques innovantes développées par le personnel professionnel de l'éducation. Le cours propose ensuite de choisir une thématique spécifique liée à la mobilisation du numérique en éducation et de l'explorer en profondeur. L'exploration doit inclure une analyse des pratiques partagées dans les communautés professionnelles ainsi qu'une revue des connaissances issues de la recherche. Ce travail prépare à l'activité d'évaluation finale du cours.

L'activité d'évaluation finale prend la forme d'un projet intégrateur dans lequel la conception d'un scénario pédagogique mobilisant le numérique à des fins d'enseignement ou d'apprentissage est demandée. Les scénarios sont d'abord évalués dans l'environnement virtuel du cours, mais les personnes étudiantes ont également la possibilité de les mettre en œuvre dans leur contexte professionnel puisque la majorité sont des personnes enseignantes ou formatrices, en stage ou en emploi, et a accès à des milieux éducatifs réels pour expérimenter les propositions pédagogiques.

C'est précisément dans le cadre de ce projet intégrateur que la mobilisation des outils et services d'IA générative a été introduite, et ce, à deux niveaux distincts. D'une part, les personnes étudiantes ont la possibilité de mobiliser l'IA générative pour la conception même de leur scénario pédagogique. D'autre part, elles peuvent intégrer l'IA générative comme outil au sein de leur scénario, dans leur propre contexte d'enseignement, permettant ainsi d'explorer les outils et services d'IA générative tant comme assistant de conception pédagogique que comme ressource pour et avec les élèves. Ces expérimentations font l'objet d'un projet de recherche qui est décrit plus loin dans ce chapitre.

La mobilisation de l'IA générative dans le cours TED 6501 s'articule donc autour de deux axes principaux : comme ressource de soutien à l'apprentissage des personnes étudiantes et comme objet d'étude et d'expérimentation. Cette approche bidimensionnelle permet d'explorer à la fois les applications pratiques des outils et services d'IA générative dans un contexte éducatif et les questions plus fondamentales qu'elles soulèvent concernant l'enseignement et l'apprentissage à l'ère numérique.

Suivant ces deux axes, trois grandes modalités de recours à l'IA générative sont prévues dans le

cours : la mobilisation pour assister la conception pédagogique d'un scénario, la mobilisation avec les élèves dans le cadre dudit scénario et le recours à un agent conversationnel comme soutien à l'apprentissage dans le cours TED 6501.

### **MOBILISATION DE L'IA GÉNÉRATIVE POUR LA CONCEPTION PÉDAGOGIQUE**

Dans le cadre du projet intégrateur, le premier niveau de mobilisation de l'IA générative est d'utiliser les outils et services d'IA générative pour assister les tâches de conception d'un scénario pédagogique. Le recours à l'IA générative peut intervenir à différentes étapes du processus de conception pédagogique : génération d'idées initiales, structuration du scénario, élaboration des activités d'apprentissage, ou encore création de matériel pédagogique.

Cette approche s'inscrit dans une perspective où les outils et services d'IA générative peuvent assister la personne conceptrice (Université de Montréal, s.d.). Elle permet d'explorer comment les outils et services d'IA générative peuvent assister la créativité et la productivité pédagogiques, tout en maintenant le jugement professionnel au centre du processus décisionnel (Holmes et al., 2022). D'ailleurs, lorsqu'il est question des usages de l'IA générative en éducation, l'UNESCO (2025) recommande de placer l'agentivité humaine au cœur des compétences à développer chez le personnel enseignant, dans une perspective centrée sur l'humain. Plus spécifique à notre contexte québécois, le ministère de l'Éducation (2024) recommande d'évaluer dans quelle mesure les outils et services d'IA générative peuvent assister le personnel professionnel, sans altérer sa capacité à prendre des décisions et son autonomie.

Dans le cadre du projet intégrateur du cours, il est important de souligner que la « collaboration » avec l'IA générative demeure optionnelle. Le choix de concevoir le scénario de manière entièrement autonome est toujours possible. Dans les deux cas (autonome ou avec l'IA) la démarche de scénarisation doit être documentée dans un gabarit préétabli. Cette liberté de choix permet non seulement de respecter les préférences individuelles, mais aussi de comparer les processus et les résultats des deux approches, alimentant ainsi le volet recherche associé au cours. Dans la perspective du Scholarship of teaching and learning (SoTL), qui vise à documenter et à faire progresser les pratiques pédagogiques, les personnes étudiantes sont invitées à partager leurs scénarios et expériences, d'abord avec la communauté liée au cours TED6501, mais aussi au sein des communautés de pratique ou scientifiques de leur choix.

### **MOBILISATION DE L'IA GÉNÉRATIVE DANS LES SCÉNARIOS PÉDAGOGIQUES**

Le second niveau de mobilisation concerne l'utilisation de l'IA générative non plus comme outil de conception pour le personnel enseignant, mais comme ressource pédagogique mobilisée dans les activités d'enseignement et d'apprentissage destinées aux élèves. Les personnes étudiantes sont invitées à réfléchir à la façon dont les outils et services d'IA

générationnelle pourraient être utilisés de manière pertinente, éthique et responsable dans leur scénario pédagogique.

Cette dimension implique une réflexion sur plusieurs aspects : les objectifs pédagogiques visés, les compétences à développer, les considérations éthiques liées à l'utilisation de l'IA générative par des personnes mineures, et les modalités d'encadrement nécessaires pour garantir une utilisation pédagogique, éthique et responsable de l'IA générative. L'approche rejoint les recommandations formulées par la suite dans le Guide d'utilisation pédagogique, éthique et légale de l'intelligence artificielle générative publié par le ministère de l'Éducation du Québec, qui souligne l'importance d'une utilisation réfléchie et responsable de ces technologies en milieu scolaire (Gouvernement du Québec, 2024).

La mobilisation de l'IA générative dans les scénarios pédagogiques peut prendre diverses formes et servir différentes fins pédagogiques : améliorer la forme des compositions écrites, organiser de débats avec un agent conversationnel comme interlocuteur, réaliser des exercices de « génie inversé » où les élèves doivent trouver la question initiale à partir d'une réponse générée par un outil d'IA générative, ou encore proposer des activités visant à développer la créativité et l'esprit critique en passant par l'analyse et l'évaluation des réponses fournies par ces systèmes (Université de Bordeaux, s.d.). Par exemple, un groupe de travail du centre de services scolaire des Mille-Îles, situé dans la grande région de Montréal, a expérimenté quelques pistes pédagogiques. Par exemple, notons : l'utilisation d'un simulateur de dialogue pour soutenir l'apprentissage d'une langue seconde, l'entraînement d'une IA de type apprentissage machine pour comprendre les mécanismes d'entraînement, la description d'un personnage pour générer une image précise et travailler le vocabulaire des élèves, la préparation d'une entrevue d'embauche dans le cadre d'un projet personnel d'orientation en français, etc.

### **AGENT CONVERSATIONNEL COMME ASSISTANCE À L'APPRENTISSAGE**

Une troisième modalité de recours à l'IA générative dans le cours TED 6501, distincte des deux précédentes utilisées dans le projet intégrateur, est liée à l'implémentation d'un agent conversationnel au sein de l'environnement d'apprentissage pour aider les étudiants et étudiantes à se familiariser avec le contenu du cours et à obtenir des réponses précises concernant les énoncés des travaux notés (Figure 3). L'utilisation d'agents conversationnels en contexte éducatif s'inscrit dans une tendance croissante d'assistance personnalisée par l'IA et d'utilisation de ces outils pour améliorer l'engagement et la satisfaction des personnes apprenantes (Kuhail et al., 2023).

The screenshot shows a web-based interface for a robot conversationnel. At the top left is the TELUQ logo. Next to it is a section labeled "Robot conversationnel". On the far right is a user icon. Below the header, the title "TED 6501 : Mobiliser le numérique à des fins pédagogiques" is displayed. A text box below the title contains instructions: "Vous pouvez utiliser la boîte de saisie pour poser vos questions concernant la matière du cours TED 6501 Mobiliser le numérique à des fins pédagogiques. Un robot conversationnel entraîné notamment sur les notes de cours tâchera d'y répondre." It also lists some sample questions. A note says "Le robot prend quelques secondes pour répondre à chaque question." Below this is a "Attention!" section with a list of important points for users.

- Ne soumettez pas d'informations personnelles.
- Le robot conversationnel ne sera pas en mesure de vous soutenir sur les plans motivationnel, administratif ou méthodologique. De même, il ne pourra pas répondre à des questions en lien avec les évaluations sommatives.
- Le robot conversationnel ne remplace pas le soutien offert par la personne responsable de votre encadrement. Cette personne demeure disponible tout au long de votre démarche d'apprentissage dans le cours. Elle seule sera en mesure de vous offrir une rétroaction de qualité.
- Il demeure important de continuer à faire appel à votre jugement critique lorsque vous dialoguez avec le robot conversationnel. Si une réponse vous semble incorrecte ou ambiguë, allez la vérifier auprès de la personne responsable de votre encadrement.
- Ne nous limitez pas aux réponses rapides fournies par le robot conversationnel. Utilisez-le comme un complément à votre apprentissage et non comme votre unique source d'information.

Figure 3 : Interface du prototype de robot conversationnel intégré au cours TED 6501

Cette innovation pédagogique répond à un double objectif. D'une part, elle offre un accès immédiat à une assistance, indépendamment des horaires de disponibilité du personnel d'encadrement. Un tel accès permanent est particulièrement précieux dans un contexte d'enseignement et d'apprentissage à distance asynchrone, où les besoins d'accompagnement peuvent surgir à tout moment du processus d'apprentissage (Edisherashvili et al., 2022). D'autre part, elle permet aux personnes chargées d'encadrement de se concentrer sur les aspects plus complexes de leur accompagnement pédagogique, notamment le soutien à la réflexion approfondie et l'analyse critique des scénarios pédagogiques élaborés par les étudiants et étudiantes.

L'intégration de l'agent conversationnel s'inscrit ainsi dans une démarche réfléchie qui reconnaît à la fois les potentialités et les limites de l'IA générative en contexte éducatif. En libérant le personnel d'encadrement des questions factuelles et procédurales, le dispositif contribue à une allocation plus efficace des ressources humaines, tout en offrant une expérience d'apprentissage enrichie par un soutien constant et personnalisé. Cette approche rejoint les préoccupations de Zawacki-Richter et al. (2019) concernant l'équilibre entre automatisation et présence humaine dans les dispositifs de formation à distance.

## PROJET DE RECHERCHE : ENTRE INNOVATION PÉDAGOGIQUE ET DÉMARCHE DE RECHERCHE

La mobilisation de l'IA générative dans le cours TED 6501 s'accompagne d'un projet de recherche suivant une démarche de *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL), qui conjugue pratique pédagogique et investigation scientifique, dans le but de documenter et d'analyser de manière rigoureuse l'expérience d'innovation. Le SoTL, tel que conceptualisé par Boyer (1990) et développé par Hutchings et Shulman (1999), s'est affirmé en tant que démarche

particulièrement pertinente pour améliorer l'enseignement supérieur, en favorisant la réflexivité, l'évaluation systématique des pratiques pédagogiques et les activités de diffusion. Notre projet de recherche, en cours au moment d'écrire ces lignes, vise plusieurs objectifs complémentaires:

1. Expérimenter la « collaboration » avec l'IA générative dans le processus de design pédagogique.
2. Analyser la dimension éthique et responsable de la scénarisation pédagogique intégrant l'IA générative.
3. Comparer les scénarios produits avec la mobilisation des outils et services d'IA générative avec ceux réalisés sans cette « collaboration ».
4. Documenter les avantages, les inconvénients, les appréhensions et les défis vécus par les personnes étudiantes, tant dans la scénarisation avec IA générative que sans IA générative.

L'objectif ultime de cette démarche de recherche est de formuler des recommandations pour une mobilisation éthique et responsable de l'IA générative à des fins pédagogiques, en contextes d'enseignement et d'apprentissage.

### **VERS UNE SPÉCIFICATION DE L'UTILISATION ÉTHIQUE ET RESPONSABLE DE L'IA GÉNÉRATIVE**

Une composante importante du projet consiste à clarifier ce que constitue une utilisation éthique et responsable de l'IA générative en contexte éducatif. La question, apparemment simple au départ, s'est rapidement révélée complexe et multidimensionnelle. Une première revue de littérature rapide a permis de constater que, bien que la notion d'utilisation éthique et responsable de l'IA générative soit fréquemment évoquée dans les publications scientifiques et professionnelles, elle est rarement définie de manière précise et opérationnelle.

Face à cette difficulté conceptuelle, une seconde revue de littérature, plus large, a été entreprise pour explorer diverses perspectives, allant des considérations philosophiques aux orientations politiques, sur ce qui caractérise une pratique éthique et responsable, rendant difficile l'élaboration d'une définition unique et consensuelle. Parmi l'ensemble des articles traitant de l'intelligence artificielle en éducation consultés, seuls deux proposaient une définition de l'éthique dans ce contexte (Chen, C. et Lin, J., 2024; Reiss, M.J., 2021), et un seul définissait aussi la notion d'utilisation responsable (Chen, C. et Lin, J. 2024). La rareté de ces définitions formelles témoigne de la difficulté à circonscrire un concept multidimensionnel qui touche à des questions fondamentales concernant les valeurs éducatives, la propriété intellectuelle, la vie privée, et l'équité (Jobin et al., 2019).

En l'absence de consensus clair dans la littérature, l'approche retenue a consisté à identifier des principes d'utilisation éthique et responsable, plutôt qu'à formuler une définition stricte. Ces principes constituent un cadre de référence opérationnel et évolutif et peuvent être utilisés

en tant que critères d'évaluation pour spécifier si une utilisation donnée de l'IA générative est conforme aux exigences éthiques et responsables actuellement identifiées.

L'approche fondée sur des principes résonne avec celle présentée dans le guide récemment publié par le ministère de l'Éducation du Québec, qui identifie trois critères essentiels pour orienter les décisions relatives à l'utilisation de l'IA dans un contexte éducatif : la pertinence pédagogique, les principes éthiques et les obligations légales (Gouvernement du Québec, 2024). De même, cette approche est également celle adoptée par diverses organisations internationales qui ont proposé des cadres éthiques pour l'intelligence artificielle. C'est le cas de l'UNESCO (2021), avec son cadre éthique pour l'intelligence artificielle, axé sur des valeurs fondamentales, comme le respect des droits de la personne, l'équité, la transparence et la durabilité.

En parallèle à cette démarche de recherche, nous avons décidé d'inclure dans le cours un espace de discussion invitant les personnes étudiantes à réfléchir et à partager leurs perspectives sur les pratiques éthiques et responsables liées à la mobilisation du numérique en général, et de l'IA générative en particulier. L'approche participative proposée s'inscrit dans la lignée des travaux de Floridi et Cowls (2019) sur la coconstruction des principes éthiques pour l'intelligence artificielle, qui soulignent l'importance d'intégrer une diversité de voix et d'expériences dans l'élaboration des cadres normatifs.

### **Un cadre pour guider la mobilisation de l'IA générative à des fins pédagogiques**

À partir des résultats préliminaires de la recherche et des réflexions menées avec les étudiants et étudiantes, un cadre guidant la mobilisation de l'IA générative à des fins pédagogiques est actuellement en développement et se raffinera en suivant une démarche itérative. Comme précisé précédemment, il s'articule autour de principes plutôt que d'une définition stricte de l'utilisation éthique et responsable.

Ces principes constituent, en quelque sorte, une liste de critères à saisir pour favoriser une utilisation éthique et responsable de l'IA générative en contexte éducatif (ex. : la transparence). Tout comme les référentiels de compétences IA développées par l'UNESCO en 2025, notre cadre distingue deux catégories principales d'utilisation de l'IA générative : à des fins d'apprentissage et à des fins d'enseignement, cette dernière intégrant également les activités de design pédagogique des personnes enseignantes.

Pour structurer davantage notre cadre guidant la mobilisation de l'IA générative à des fins pédagogiques, notre équipe de recherche s'est appuyée sur la taxonomie de Bloom revisitée (Oregon State University Ecampus, 2024) qui offre des balises pour évaluer les activités ou les résultats d'apprentissage, mettant l'accent sur les comportements humains (ou compétences humaines) observables et/ou sur les fonctions de l'IA générative en appui aux processus d'enseignement ou d'apprentissage. Sur cette base, notre version préliminaire de cadre a été développée, identifiant pour chaque niveau d'habileté cognitive de la taxonomie (se

rappeler, comprendre, appliquer, analyser, évaluer, créer) des utilisations potentielles de l'IA générative, ainsi que les bénéfices et risques associés.

## MOBILISER LES OUTILS ET SERVICES D'IA GÉNÉRATIVE POUR ENSEIGNER ET POUR APPRENDRE

Dans la perspective de la mobilisation de l'IA générative par les apprenants et apprenantes, le cadre propose une analyse différenciée selon les niveaux d'habiletés cognitives visés, s'inspirant de la taxonomie de Bloom revisitée (Figure 4).

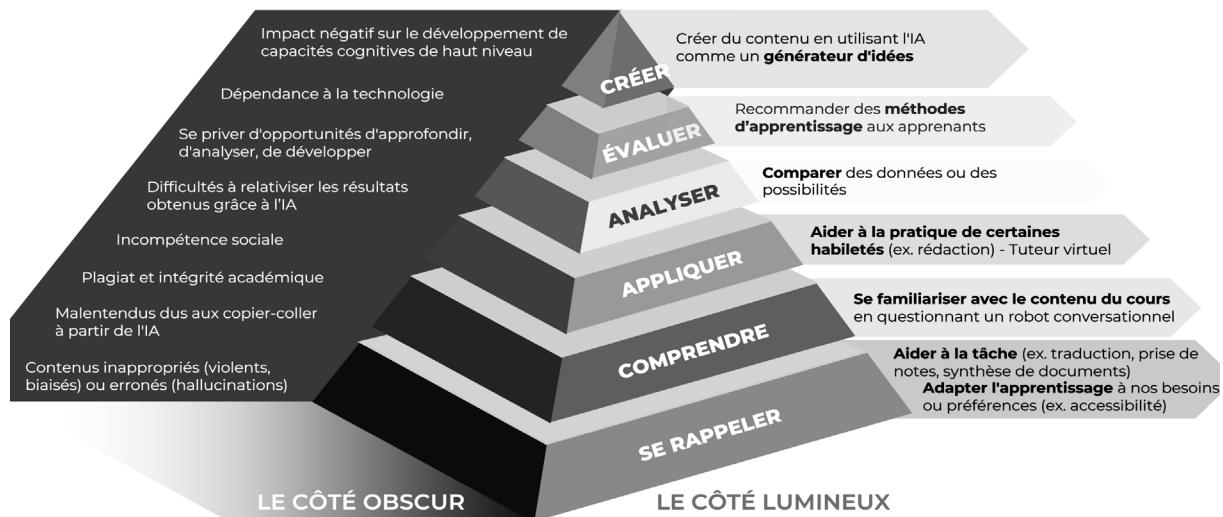


Figure 4 : Mobiliser les outils d'IA générative pour apprendre : risques et avantages potentiels.

Pour les niveaux « se rappeler » et « comprendre », l'IA générative peut offrir une assistance personnalisée à la réalisation des tâches, faciliter l'adaptation de l'apprentissage aux besoins et préférences individuels (Siegle, D., 2023; Reiss, M.J., 2021; Wollny et al., 2021), ou encore servir de tuteur virtuel pour se familiariser avec les contenus à approfondir. Cependant, ces utilisations comportent également des risques, d'abord d'hallucinations et de contenus inappropriés fournis par l'outil ou le service d'IA (Siegle, D., 2023; Memarian, B., et Doleck, T., 2023) et ensuite de plagiat et d'atteinte à l'intégrité académique (Williams, R.T., 2024; Lo, C.W., 2023; Ciampa, K, Wolfe, Z.M. et Bronstein, B., 2023), qui doivent être anticipés et prévenus (Conseil supérieur de l'éducation et Commission de l'éthique en science et en technologie, 2024).

Au niveau « appliquer », l'IA générative peut soutenir le développement de certaines habiletés pratiques, comme la rédaction ou la résolution de problèmes (Labadze et al., 2023). Toutefois, une dépendance excessive à ces outils pourrait entraver le développement de ces mêmes compétences (rédiger et résoudre des problèmes) et de compétences sociales essentielles, comme la communication interpersonnelle ou la collaboration (Wu, Y., 2023; Baidoo-Anu, D. et Owusu, A., 2023). Enfin, au niveau « créer », si les outils et services d'IA générative peuvent servir de générateur d'idées et fournir un point de départ pour la création, son utilisation récurrente et non réfléchie risque notamment de nuire au développement des habiletés cognitives de haut niveau, comme la pensée critique, la créativité authentique ou la résolution de problèmes complexes.

Pour l'utilisation des outils et services d'IA générative par les personnes enseignantes, que ce soit dans la préparation des cours ou dans les activités d'enseignement elles-mêmes, le cadre propose également une analyse des opportunités et des risques, structurée selon les différentes phases du processus pédagogique.

## MÉTHODOLOGIE ITÉRATIVE D'ÉLABORATION DES RECOMMANDATIONS

Notre approche méthodologique se caractérise par un processus itératif de développement de recommandations concernant la mobilisation de l'IA générative dans le contexte pédagogique. Ces recommandations feront partie intégrante du cadre guidant la mobilisation de l'IA générative à des fins pédagogiques dont il a été question plus tôt dans ce chapitre. La première version des recommandations est conçue comme un objet de discussion et de réflexion collective avec les personnes étudiantes du cours. L'adoption de cette approche participative vise à intégrer les perspectives des personnes apprenantes dans l'élaboration des lignes directrices qui encadreront leurs propres pratiques numériques.

En parallèle, nous avons planifié la tenue d'un groupe de discussion avec les personnes chargées de l'encadrement dans le cours, qui sont également, pour la plupart, conseillers et conseillères pédagogiques dans les centres de services scolaires qui desservent les écoles primaires et secondaires (correspondant au K-12). Cette démarche consultative viendra enrichir notre réflexion par l'apport de l'expertise pédagogique des responsables d'encadrement, qui interagissent quotidiennement avec les personnes étudiantes et enseignantes des écoles, et qui disposent d'une compréhension approfondie des enjeux pédagogiques spécifiques au cours. Les échanges contribueront à l'évolution des recommandations initiales vers une seconde version plus raffinée et mieux adaptée aux réalités du terrain.

La deuxième phase de notre démarche d'élaboration des recommandations consistera en une validation rigoureuse, basée sur une nouvelle revue de la littérature scientifique émergente. Compte tenu de la prolifération quotidienne de nouvelles publications sur les recours à des outils et services d'IA générative en éducation, cette étape s'avère essentielle pour maintenir la pertinence et l'actualité de nos recommandations. Cette recension des écrits nous conduira à l'élaboration d'une troisième version des recommandations, enrichie par les connaissances scientifiques les plus récentes dans ce domaine, qui demeurent en constante évolution.

## PERCEPTIONS INITIALES ET OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES

Les premières données collectées auprès des personnes étudiantes et chargées d'encadrement révèlent un accueil favorable du projet intégrateur. L'adhésion à la démarche proposée constitue une base solide pour l'implantation durable des outils et services d'IA générative comme ressource pédagogique complémentaire. Néanmoins, plusieurs constats nuancent ce tableau globalement positif.

Une observation préliminaire attire particulièrement notre attention et elle concerne la qualité structurelle des scénarios pédagogiques élaborés avec l'assistance de l'IA générative. Ces derniers semblent pour l'instant se distinguer par une organisation plus rigoureuse et méthodique que ceux conçus sans recours à l'IA générative. Au cours des prochaines collectes de données, nous allons vérifier si cette observation se généralise. Dans l'affirmative, il pourrait s'avérer pertinent de planifier une recherche complémentaire visant à vérifier si l'amélioration structurelle des scénarios pédagogiques repose effectivement sur la capacité de la personne étudiante à mobiliser à bon escient les outils d'IA générative pour élaborer un scénario plus cohérent et bien articulé.

Toutefois, sur la base de données très préliminaires, nous percevons aussi une réduction de l'originalité et de la diversité des scénarios conçus avec la « collaboration » de l'IA générative. Si cette perception d'homogénéisation des productions se confirme au terme de notre recherche, elle viendra contredire partiellement notre hypothèse initiale selon laquelle l'IA générative pourrait stimuler l'exploration de territoires pédagogiques plus audacieux ou innovants. En réalité, nous craignons actuellement que les productions tendent vers une certaine standardisation, créant un effet de redondance entre les travaux des personnes qui utilisent cette technologie. Mais nous savons aussi qu'une utilisation plus raffinée des outils d'IA générative, spécialisés et entraînés, pourrait mener à d'autres résultats.

Un autre phénomène observé concerne l'ambition parfois démesurée des scénarios développés avec l'assistance de l'IA générative. Il émerge ainsi des projets d'une ampleur considérable, sans évaluation préalable et adéquate des risques de biais inhérents à l'utilisation de l'IA générative ou de la charge de travail réelle que ces projets impliquent. Cette observation met en relief l'importance d'encourager une posture critique vis-à-vis des propositions générées par les outils et services d'IA générative ainsi que le développement de compétences d'évaluation de la faisabilité des projets de scénarisation pédagogique.

Cette situation met aussi en lumière la nécessité d'intégrer dans notre enseignement des modules spécifiques sur l'évaluation critique des contenus générés par les outils et les services d'IA générative, ainsi que sur l'estimation réaliste des ressources nécessaires à la mise en œuvre des projets pédagogiques. Les compétences métacognitives, comme la planification, l'évaluation ou l'autorégulation, s'avèrent essentielles pour une utilisation judicieuse et efficace de cette technologie dans le contexte éducatif.

## **PERSPECTIVES POUR LA MOBILISATION RÉFLÉCHIE ET RESPONSABLE DE L'IA GÉNÉRATIVE**

L'omniprésence des outils et services d'IA générative dans le paysage éducatif contemporain impose une réflexion approfondie sur sa mobilisation dans nos pratiques pédagogiques. Nous ne pouvons désormais ignorer l'IA générative, mais nous devons veiller à ce qu'elle demeure un atout pour le développement des compétences visées par nos programmes d'études,

plutôt qu'un obstacle aux apprentissages sous-jacents à ces mêmes compétences.

La mobilisation raisonnée de l'IA générative nécessite un effort concerté d'éducation et de sensibilisation, pour toutes les parties prenantes impliquées dans les cours. Il s'agit non seulement de transmettre les connaissances techniques nécessaires à l'utilisation efficace de ces outils et services, mais aussi de développer une posture critique et éthique face à leurs implications pédagogiques, sociales et professionnelles.

Notre ambition est de former des personnes praticiennes réflexives capables d'exploiter le potentiel de l'IA générative tout en maintenant leur agentivité, leur autonomie intellectuelle et leur créativité, ce qui implique le développement de compétences spécifiques : la capacité à évaluer la pertinence et la fiabilité des contenus générés, l'aptitude à utiliser efficacement les outils et services d'IA générative pour produire des contenus originaux et adaptés au contexte, ainsi que la faculté de reconnaître et de corriger les biais potentiels dans les propositions automatisées.

## **CONCLUSION**

La mobilisation des outils et des services l'IA générative dans le cours TED 6501 représente simultanément une opportunité pédagogique significative et un défi complexe. Nos observations préliminaires suggèrent que cette technologie peut effectivement contribuer à l'amélioration structurelle des productions étudiantes, mais qu'elle risque également de standardiser ces dernières et de réduire leur originalité si elle n'est pas utilisée avec discernement. En effet, la prudence est de mise face aux risques d'orienter notre façon de réfléchir et de poser des questions ou de se limiter à ce que l'IA nous propose.

Le processus itératif d'élaboration des recommandations que nous mettons en place vise précisément à naviguer entre ces potentialités et ces écueils, en s'appuyant sur l'expertise collective des acteurs impliqués et sur les avancées de la recherche dans ce domaine. L'objectif ultime demeure la formation de personnes capables d'utiliser les outils et services d'IA générative comme un outil d'amplification de leurs capacités intellectuelles et créatives, plutôt que comme un substitut à celles-ci.

Dans cette perspective, l'éducation critique à l'utilisation de l'IA générative s'impose comme une composante essentielle de la littératie numérique contemporaine que nous nous efforçons de développer chez notre population étudiante. Cette formation doit les préparer à évoluer dans un environnement professionnel où ces technologies seront omniprésentes, tout en préservant leur capacité à penser de manière autonome, créative et éthiquement responsable.

## **DÉCLARATION SUR L'UTILISATION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LA RÉDACTION DU CHAPITRE**

Dans le cadre de la rédaction de ce chapitre, nous avons utilisé l'IA générative comme outil

d'assistance. Plus précisément, le modèle Claude 3,7 Sonnet a été employé pour affiner le style d'écriture afin d'améliorer la clarté et la fluidité du texte, effectuer des corrections grammaticales et orthographiques et perfectionner certains passages pour renforcer la cohérence et la précision des formulations. L'ensemble des idées, analyses et contenus conceptuels présentés dans ce chapitre demeure le fruit du travail des auteurs et autrices. L'utilisation de l'IA générative a été strictement limitée à l'amélioration linguistique et stylistique, sans altérer ni générer les fondements intellectuels du texte.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baidoo-Anu, D., & Ansah, L. O. (2023). *Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning*. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>
- Biesta, G. J. J. (2007). Why “What Works” Won’t Work: Evidence-based practice and the democratic deficit in educational research. *Educational Theory*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.1111/j.1741-5446.2006.00241.x>
- Boyer, E. L. (1990). *Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate*. Princeton University Press. <https://eric.ed.gov/?id=ED326149>
- Chen, J. J., & Lin, J. C. (2024). Artificial intelligence as a double-edged sword: Wielding the POWER principles to maximize its positive effects and minimize its negative effects. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 25(1), 146–153.
- Ciampa, K., Wolfe, Z. M., & Bronstein, B. (2023). ChatGPT in education: Transforming digital literacy practices. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 67(3), 186–195. <https://doi.org/10.1002/jaal.1310>
- Conseil supérieur de l'éducation & Commission de l'éthique en science et en technologie. (2024). *Intelligence artificielle générative en enseignement supérieur : enjeux pédagogiques et éthiques*. <https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2024/04/50-0566-RP-IA-generative-enseignement-superieur-enjeux-ethiques.pdf>
- Couture, H. (2020). *Discours, imaginaires et représentations sociales du numérique en éducation : document préparatoire pour le Rapport sur l'état et les besoins de l'éducation 2018–2020*. Conseil supérieur de l'éducation. <https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2020/05/50-2109-ER-Rep-sociales-numerique-en-education-1.pdf>
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51–76). Solution Tree Press.
- Edisherashvili, N., Saks, K., Pedaste, M., & Leijen, Ä. (2022). Supporting self-regulated learning in distance learning contexts at higher education level: Systematic literature review. *Frontiers*

- in Psychology, 12, 792422. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.792422*
- Estrellado, C. J. P., & Millar, G. B. (2023). ChatGPT: Towards educational technology micro-level framework. *International Journal of Science, Technology, Engineering and Mathematics, 3(4)*, 101–127.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review, 1(1)*. https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1
- Gagné, N., Savard, I., & Martel, A. (2022). Développement des compétences interculturelles dans les secteurs publics : l’importance de l’analyse pour guider la conception de formations. *Revue des sciences de l’éducation, 48(2)*.
- Gouvernement du Québec. (2019). *Cadre de référence de la compétence numérique*. Ministère de l’Éducation. https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/education/Numerique/Cadre-reference-competence-num.pdf
- Gouvernement du Québec. (2020). *Référentiel de compétences professionnelles de la profession enseignante*. Ministère de l’Éducation.
- Gouvernement du Québec. (2024). *L’utilisation pédagogique, éthique et légale de l’intelligence artificielle générative : Guide destiné au personnel enseignant*. Ministère de l’Éducation.
- Holmes, W., & Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education, 57(4)*, 542–570. https://doi.org/10.1111/ejed.12533
- Hutchings, P., & Shulman, L. S. (1999). The scholarship of teaching: New elaborations, new developments. *Change: The Magazine of Higher Learning, 31(5)*, 10–15. https://doi.org/10.1080/00091389909604218
- Jobin, A., lenca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence, 1*, 389–399. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2
- 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., Maya, G., & Lela, M. (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
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences, 13(4)*, 410. https://doi.org/10.3390/educsci13040410
- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). ChatGPT in education: Methods, potentials, and limitations. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 1(2)*, 100022. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2023.100022
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108(6)*, 1017–1054. https://doi.org/10.1177/0256754305283663

- org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- Moussa, M. K. (2024). Towards reliable utilization: An instructional design model for integrating generative pre-trained transformer (GPT) in education. In *Artificial intelligence in education: The power and dangers of ChatGPT in the classroom* (pp. 481–496). Springer.
- Oregon State University Ecampus. (2024). *Bloom's Taxonomy Revisited*. <https://ecampus.oregonstate.edu/faculty/artificial-intelligence-tools/blooms-taxonomy-revisited/>
- Plante, P. (2017). L'éthique hacker, un modèle éthique du numérique pour l'éducation ? *Éducation et francophonie*, 45(1), 89–106. <https://doi.org/10.7202/1040722ar>
- Radwan, A., & McGinty, J. (2024). Toward a conceptual generative AI ethical framework in teacher education. In *Exploring new horizons: Generative artificial intelligence and teacher education* (p. 88).
- Reiss, M. J. (2021). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. *London Review of Education*, 19(1), 5. <https://doi.org/10.14324/LRE.19.1.05>
- Rey, B. (2009). « Compétence » et « compétence professionnelle » : Autour des mots. *Recherche et formation*, (60), 103–116. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.756>
- Savard, I. (2024). *TED 6501 – Mobiliser le numérique à des fins pédagogiques*. <https://www.teluq.ca/site/etudes/offre/cours/TELUQ/TED%206501/>
- Siegle, D. (2023). A role for ChatGPT and AI in gifted education. *Gifted Child Today*, 46(3), 211–219. <https://doi.org/10.1177/10762175231168443>
- UNESCO. (2021). *Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle*. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_fra](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_fra)
- UNESCO. (2025). *Référentiel de compétences en IA pour les enseignants*. <https://doi.org/10.54675/BQZD8407>
- Université de Bordeaux. (s.d.). *Stratégies adaptées à l'ère de l'IA*. [https://enseigner.u-bordeaux.fr/application/files/1616/9960/6020/Kit\\_IAG\\_-\\_Strategies\\_adaptees\\_a\\_lere\\_de\\_lIA.pdf](https://enseigner.u-bordeaux.fr/application/files/1616/9960/6020/Kit_IAG_-_Strategies_adaptees_a_lere_de_lIA.pdf)
- Université de Montréal. (s.d.). *Enseigner et apprendre avec l'IA*. <https://cpu.umontreal.ca/enseignement-apprentissage/enseigner-numerique/ia/>
- Williams, R. T. (2024). The ethical implications of using generative chatbots in higher education. *Frontiers in Education*, 8, 1331607. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1331607>
- Wollny, S., Jan, S., Daniele, D., Joshua, W., Marc, R., & Hendrik, D. (2021). Are we there yet? A systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 654924. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>
- Wu, Y. (2023). Integrating generative AI in education: How ChatGPT brings challenges for future learning and teaching. *Journal of Advanced Research in Education*, 2(4), 6–10. <https://doi.org/10.56397/JARE.2023.07.02>
- Yang, W. (2022). Artificial intelligence education for young children: Why, what, and how in

curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>

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), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

# ENTRE ALGORITMOS Y SABERES: LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO PRÓTESIS CRÍTICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN AMÉRICA LATINA

Narciso Verón-Rojas – Universidad de Buenos Aires, Argentina  
Ignacio Julio Idoyaga – CONICET, Universidad de Buenos Aires, Argentina

## INTRODUCCIÓN

En 2024, el Premio Nobel de Física fue otorgado a John J. Hopfield y Geoffrey Hinton por sus “descubrimientos e invenciones fundamentales que permiten el aprendizaje automático con redes neuronales artificiales”. Este reconocimiento no solo celebra avances técnicos, sino que consagra a la inteligencia artificial (IA) como un componente estructural en la transformación de la ciencia contemporánea. Paralelamente, el Premio Nobel de Química destacó el uso de la IA en el diseño de proteínas y catalizadores, evidenciando la profundidad con que estas tecnologías están reconfigurando la investigación científica.

Aunque los Premios Nobel de Física y Química de 2024 funcionan como hitos visibles de esta transformación, representan apenas la superficie de un proceso mucho más profundo y acelerado. Durante la última década, la inteligencia artificial, especialmente el aprendizaje profundo y los grandes modelos fundacionales, ha producido innovaciones disruptivas en prácticamente todos los dominios científicos. Desde la síntesis automatizada de materiales y el descubrimiento asistido de fármacos, hasta la climatología predictiva, la astronomía de datos masivos o la resolución estructural de proteínas, la IA ha comenzado a operar como una nueva “infraestructura cognitiva” de la ciencia. La Tabla 1 sintetiza algunos de los avances más significativos que, en conjunto, permiten comprender la magnitud del cambio epistemológico y tecnológico en curso.

Año	Avance / Tecnología	Descripción del aporte	Impacto científico-tecnológico
2017	Transformers (Vaswani et al.)	Arquitectura que permite procesar secuencias con atención.	Base conceptual para los grandes modelos de lenguaje y modelos multimodales; revolución en la bioinformática y la química computacional.

2018–2021	<b>AlphaFold (DeepMind)</b>	Predicción de estructuras proteicas con precisión quasi experimental.	Cambia la biología estructural, acelera investigación biomédica y diseño racional de fármacos.
2020	<b>GPT-3 y grandes modelos de lenguaje (LLMs)</b>	Modelos capaces de generar, resumir y razonar sobre texto científico.	Nueva infraestructura para documentación, análisis de datos, simulación conceptual y automatización de tareas científicas.
2021–2023	<b>Modelos multimodales (CLIP, PaLM-E, GPT-4V)</b>	Integración de texto, imagen, datos numéricos y señales.	Avances en interpretación de imágenes médicas, análisis de espectros, robótica experimental.
2021–2024	<b>AlphaFold-Multimer y RoseTTAFold</b>	Predicción estructural de complejos biomoleculares.	Impacto directo en biología sintética, inmunología y biotecnología industrial.
2022–2024	<b>Modelos generativos para diseño molecular (DiffDock, MolDiffusion)</b>	Diseño de compuestos químicos, proteínas y materiales mediante modelos generativos.	Aceleración del diseño de medicamentos, catálisis verde y nuevos materiales.
2022	<b>IA para fusión nuclear (Tokamak control algorithms)</b>	Sistemas de control basados en IA para estabilizar plasmas.	Avances cruciales en energía de fusión; mejora del control experimental.
2022–2024	<b>IA en astrofísica (identificación de exoplanetas, lentes gravitacionales)</b>	Detección de eventos astronómicos en grandes volúmenes de datos.	Nuevas metodologías para explorar el cosmos; descubrimientos más rápidos.
2023–2024	<b>IA climática (ClimateGPT, GraphCast – DeepMind)</b>	Predicción meteorológica y climática de alta precisión mediante redes neuronales.	Modelos más precisos que algunos sistemas tradicionales; utilidad para política pública.

2023–2024	<b>Automated Science Labs (laboratorios autónomos)</b>	Sistemas de robótica + IA capaces de descubrir materiales sin intervención humana continua.	Cambia los ciclos de investigación: descubrimiento autónomo de materiales super iónicos, baterías, etc.
2024	<b>Premios Nobel (Hinton–Hopfield; IA en Química)</b>	Reconocimiento formal del rol de la IA en la ciencia contemporánea.	Consolida la IA como herramienta estructural en investigación y desarrollo.

Tabla 1. Avances más significativos relacionados con los cambios epistemológicos y tecnológicos en curso

Este escenario interpela directamente a la educación científica: si la ciencia se reinventa mediante algoritmos, ¿cómo debe transformarse la enseñanza sin perder de vista los saberes que históricamente la han sostenido? El artículo de Ignacio J. Idoyaga (2025), La Inteligencia Artificial en educación: un enfoque crítico desde la Química, ofrece una respuesta fundamental al cuestionar el tecno-entusiasmo y reafirmar el rol del docente como pensador ético del proceso educativo. Más allá de esta crítica, el texto invita a comprender la IA como una extensión, una prótesis, de la cognición humana, en el sentido propuesto por Pozo (2017), que amplifica, pero no reemplaza, la capacidad de razonar, cuestionar y crear.

Este ensayo dialoga con esa perspectiva desde una posición situada: la de quienes enseñan ciencias en América Latina, donde los algoritmos no llegan como un don universal, sino como un recurso que debe ser interpretado, descolonizado y resignificado. En este contexto, la pregunta no es si la IA puede mejorar la enseñanza, sino cómo puede ponerse al servicio de los saberes locales, comunitarios y ecosistémicos que la tradición académica ha marginado. ¿Puede una prótesis digital ser crítica? ¿Puede ayudar a escuchar aquello que los datos no registran, pero que las comunidades conocen?

Se propone, entonces, que la IA en la educación científica latinoamericana no sea un instrumento de eficiencia, sino una prótesis crítica: una extensión tecnológica que, utilizada con conciencia ética y epistémica, permite amplificar no solo la capacidad de calcular, sino también la de cuestionar, vincular y cuidar. Su valor no radica en la precisión algorítmica, sino en su potencial para tender puentes entre los códigos de la ciencia formal y los saberes del buen vivir, la justicia social y la interdependencia sistémica. A partir de esta premisa, el texto explora cómo la integración de la IA puede orientarse hacia fines emancipatorios, a través de experiencias en laboratorios remotos, del modelo LEIA (Laboratorio Extendido

con Inteligencia Artificial) y de políticas públicas emergentes en países como Chile y Costa Rica. Todo ello bajo un compromiso común: que el desarrollo tecnológico impulse una educación más inclusiva, crítica y arraigada en las realidades locales, una educación en la cual los algoritmos no silencien los saberes, sino que contribuyan a visibilizarlos.

### **LA IA COMO PRÓTESIS CRÍTICA: MÁS ALLÁ DE LA NEUTRALIDAD TECNOLÓGICA**

Idoyaga (2025) sostiene que la IA no es ni inteligente ni artificial, sino una extensión de la cognición humana. Desde esta perspectiva, la metáfora de la prótesis resulta especialmente fructífera: al igual que una prótesis corporal, la IA no reemplaza una función existente, sino que la potencia. Sin embargo, también introduce nuevas limitaciones, dependencias y riesgos.

Para que esta prótesis sea crítica, debe superar la mera amplificación cognitiva. Debe interrogar los datos con los que se entrena, visibilizar sus sesgos y abrir espacio a saberes alternativos. Boaventura de Sousa Santos denomina epistemicidio a “la eliminación o marginación sistemática de formas de conocimiento que no cumplen con los estándares hegemónicos del conocimiento científico occidental” (Santos, 2007). En su configuración actual, la IA reproduce este epistemicidio cuando se alimenta casi exclusivamente de corpus académicos del Norte Global, ignorando conocimientos agroecológicos, prácticas comunitarias de salud o saberes locales sobre biodiversidad.

Una IA crítica, por tanto, no se limita a procesar información: interroga su propia base epistémica. Ello implica que un asistente virtual en química no solo sugiera reacciones sintéticas, sino que también considere su impacto ambiental o alternativas sostenibles desarrolladas en contextos locales. En esta clave, la prótesis crítica no opera como un oráculo cerrado, sino como una biblioteca viva abierta a múltiples fuentes y capaz de confrontarlas. Como señala Pozo (2017), esta extensión cognitiva no debe limitarse a la reproducción de conocimientos preestablecidos, sino que debe facilitar la explicitación de saberes situados, promoviendo así una educación científica más crítica y contextualizada.

Además, la IA crítica debe ser consciente de sus propios límites. No puede pretender tener acceso a todos los saberes, ni resolver todos los problemas sociales. Su verdadero valor radica en su capacidad para generar preguntas, no sólo respuestas. Por ejemplo, en lugar de ofrecer una única solución a un problema ambiental, un asistente crítico podría presentar varias opciones basadas en diferentes paradigmas: uno técnico, otro comunitario, otro indígena, invitando al estudiante a comparar, evaluar y decidir.

### **EL DOCENTE COMO MEDIADOR EPISTÉMICO**

En el artículo ya mencionado, Idoyaga (2025) afirma que “todo depende del modo en que el profesorado gerencia el cambio”. Este escrito coincide con esta idea, pero busca profundizarla: el docente es, además de un gestor, un mediador epistémico, capaz de seleccionar, traducir

y contextualizar lo que la IA produce. En América Latina, este rol adquiere una dimensión ética y política central. Frente a la opacidad algorítmica y a la hegemonía de plataformas corporativas, el docente se vuelve un filtro crítico, un traductor cultural que evita que la tecnología imponga una visión única del conocimiento.

Así, al emplear un modelo generativo para diseñar una simulación sobre reacciones ácido-base, el docente puede incorporar contextos locales: análisis de la calidad del agua de un río contaminado, formulación de productos de limpieza de bajo impacto o estudios de suelos agrícolas. La IA no reemplaza la creatividad pedagógica: la potencia y la reorganiza. Este enfoque se alinea con las perspectivas CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y con los criticados modelos STEAM ampliados, que conciben la ciencia como un quehacer situado. Asimismo, dialoga con debates sobre género en la educación científica, dado que el docente puede utilizar la IA para cuestionar estereotipos, promover representaciones diversas y ampliar la equidad en el acceso a carreras de base científico-tecnológica.

Como señalan Kayumova y Dou (2022), una pedagogía de justicia epistémica requiere que los educadores reconozcan y valoren saberes alternativos, lo que implica una transformación profunda en la práctica docente. Pedro, Subosa, Rivas y Valverde (2019) resaltan que la formación docente en el uso de IA debe incluir componentes éticos y pedagógicos, no solo técnicos, para que los educadores puedan guiar a sus estudiantes hacia usos responsables y críticos de la tecnología.

### **EXPERIENCIAS DESDE EL SUR: LEIA, LABORATORIOS REMOTOS Y POLÍTICAS PÚBLICAS**

Una de las contribuciones más relevantes de grupo del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Universidad de Buenos Aires ha sido la propuesta del Modelo Laboratorio Extendido (Idoyaga et al., 2024), que reimagina el laboratorio escolar en entornos digitales. Retomando esa línea, se presenta el Modelo LEIA (Laboratorio Extendido con Inteligencia Artificial), una reformulación que incorpora la IA no como sustituto de la experiencia, sino como mediadora del pensamiento científico.

Este enfoque se ha materializado en diversas experiencias en América Latina. En el Ciclo Básico Común de la Universidad de Buenos Aires, docentes han utilizado herramientas como Claude 3.5 para diseñar simulaciones en química que articulan conceptos disciplinarios con problemáticas socioambientales locales. Los estudiantes no solo visualizan reacciones químicas, sino que debaten sus implicaciones éticas, sociales y ecológicas.

En Costa Rica, el Laboratorio de Experimentación Remota de la Universidad Estatal a Distancia, en colaboración con LabsLand, ha integrado asistentes virtuales que acompañan en tiempo real los experimentos remotos. Estos asistentes, configurados por docentes, brindan retroalimentación inmediata y analizan decisiones estudiantiles. La iniciativa no solo supera barreras materiales, sino que redefine el rol del estudiante como agente activo en un entorno

narrativo y experimental.

En Chile, el programa “Aprende con IA” (2023–2025) del Ministerio de Educación busca formar docentes en el uso de chatbots, plataformas adaptativas (Aula Inteligente) y herramientas de análisis de desempeño. Sin embargo, su orientación es principalmente técnica y carece de una reflexión crítica sobre sesgos, origen corporativo de las plataformas o impacto en la autonomía docente. A ello se suma que, aunque la Ley 21.754 (2024) moderniza la protección de datos personales, muchas instituciones continúan utilizando plataformas extranjeras sin evaluar adecuadamente su cumplimiento. Iniciativas como el Centro de Estudios en IA y Educación (CEIAE) de la Pontificia Universidad Católica de Chile o el proyecto Educación con Derechos de la Universidad de Valparaíso buscan llenar este vacío mediante investigaciones sobre sesgos y protocolos éticos, pero aún son esfuerzos marginales.

Estas experiencias convergen en una visión compartida: la IA debe fortalecer la autonomía del estudiante, enriquecer el diseño narrativo del aprendizaje e integrar múltiples perspectivas epistémicas, tal como plantean Pedro, Subosa, Rivas y Valverde (2019). Como señalan Herrera, Huepe y Trucco (2025), la adopción de IA en educación en América Latina varía significativamente entre países, y los contextos rurales e indígenas siguen siendo subrepresentados en las investigaciones.

### **HACIA UNA EDUCACIÓN CIENTÍFICA ORIENTADA AL BUEN VIVIR**

La oportunidad más significativa que ofrece la IA para la educación científica no radica en su eficiencia, sino en su capacidad para abrir espacios de diálogo entre saberes. El concepto andino sumak kawsay ofrece un horizonte ético que prioriza la armonía entre personas, comunidades y naturaleza. Desde esta perspectiva, la ciencia deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en un medio orientado a la construcción de sociedades más justas, sostenibles y solidarias.

Se puede imaginar una IA entrenada no sólo con publicaciones científicas, sino también con registros de observaciones agroecológicas, mapas comunitarios de contaminación o relatos sobre el uso tradicional de plantas medicinales. Lejos de ser una utopía, esto constituye un acto de justicia cognitiva. Es responsabilidad de educadores e investigadores tecnologías que no uniformizan los caminos del conocimiento, sino que los diversifiquen.

Asimismo, una IA concebida como prótesis crítica puede fortalecer una relación ecosistémica más respetuosa con la naturaleza. En química, por ejemplo, un asistente crítico no sólo describiría la eficiencia de una reacción, sino que también evaluaría su huella de carbono, su impacto en la biodiversidad y su coherencia con los principios de la química verde y sustentable. Arturo Escobar (2000) argumenta que la ciencia debe reorientarse hacia la justicia climática, lo que implica integrar saberes locales y prácticas sostenibles en sus modos de trabajo.

## EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA: ENTRE ALGORITMOS Y SABERES COMUNITARIOS

El camino hacia una educación científica crítica, descolonizada y orientada al buen vivir no será fácil. Requerirá cambios estructurales, políticos y culturales. Pero también ofrece una oportunidad sin precedentes: la posibilidad de construir una educación orientada a la transformación del conocimiento.

Uno de los retos más urgentes es la descolonización del currículo científico. Esto implica no solo incluir contenidos sobre saberes indígenas o agroecológicos, sino también revisar los supuestos epistémicos que subyacen a la ciencia formal. Por ejemplo, ¿por qué se considera “científico” sólo lo que se puede medir y cuantificar? ¿Qué papel juegan las emociones, las narrativas y la experiencia vivida en la producción del conocimiento?

La IA puede ser una aliada en este proceso. Un sistema de IA entrenado con una base epistémica plural puede ayudar a los estudiantes a ver que hay múltiples formas de conocer, y que ninguna es inherentemente superior a las demás. Puede presentar dilemas éticos, como el conflicto entre el desarrollo económico y la conservación ambiental, y ofrecer soluciones desde diferentes perspectivas: la del ingeniero, la del ecólogo, la del agricultor comunitario, la del anciano indígena.

Además, la educación científica debe preparar a los estudiantes para ser ciudadanos críticos y activos en un mundo dominado por algoritmos. Esto implica enseñarles a cuestionar los sistemas que les rodean, a identificar sesgos, a reclamar transparencia y a participar en la toma de decisiones sobre el uso de la tecnología. La IA no debe ser un objeto de temor, sino un objeto de estudio, de debate y de acción.

Finalmente, la educación científica debe ser participativa y colaborativa. Los estudiantes no deben ser meros receptores de conocimiento, sino co-constructores. La IA puede facilitar esta participación: por ejemplo, mediante plataformas que permitan a las comunidades locales compartir sus observaciones, sus preocupaciones y sus propuestas con los científicos y los docentes. Así, la ciencia deja de ser una actividad elitista y se convierte en una práctica colectiva, inclusiva y responsable.

## CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial no puede ser integrada en la educación científica desde una lógica neutral o meramente instrumental. Su verdadero potencial radica en su capacidad para funcionar como una prótesis crítica, es decir, como una extensión tecnológica que no reemplaza al pensamiento, sino que lo desafía, amplifica y sitúa. En el contexto latinoamericano, este rol exige una ruptura con los modelos hegemónicos de conocimiento y una apertura deliberada hacia los saberes históricamente marginados.

El docente, lejos de ser un mero gestor de herramientas, se erige como mediador epistémico

en un escenario donde los algoritmos tienden a reproducir sesgos del Norte Global. Su tarea no es adoptar la IA, sino descolonizarla: cuestionar sus fuentes, visibilizar sus exclusiones y resignificarla desde realidades locales. Solo así será posible articular la ciencia formal con saberes comunitarios, agroecológicos y ancestrales, tal como propone el horizonte ético del buen vivir andino, donde el conocimiento no domina la naturaleza, sino que la cuida y sostiene.

La educación científica del futuro no dependerá de cuán avanzada sea la tecnología, sino de cuán justa, inclusiva y crítica sea su práctica. Entre algoritmos y saberes, es necesario no solo enseñar ciencia, sino transformarla.

## REFERENCIAS

- Escobar, A. (2000). *El lugar de la naturaleza y la naturaleza del lugar: ¿Globalización o postdesarrollo?* En *La descolonización del conocimiento* (pp. 135–149). CLACSO.
- Herrera, P., Huepe, M., & Trucco, D. (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe* (No. 81377). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Idoyaga, I. J. (2025). La inteligencia artificial en educación: Un enfoque crítico desde la química. *Industria y Química*, 375(3), 17–24.
- Idoyaga, I. J., Moya, C. N., Medina, G., & Verón-Rojas, N. (2024). Las actividades experimentales en las nuevas modalidades educativas: Reflexiones desde el marco del modelo del Laboratorio Extendido. *Caminhos da Educação Matemática em Revista*, 14(2), 78–92.
- Kayumova, S., & Dou, R. (2022). Equity and justice in science education: Toward a pluriverse of multiple identities and onto-epistemologies. *Science Education*, 106(5), 1097–1117.
- Mohamed, S., Png, M. T., & Isaac, W. (2020). Decolonial AI: Decolonial theory as sociotechnical foresight in artificial intelligence. *Philosophy & Technology*, 33(4), 659–684.
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. *Journal of Educational Technology Systems*, 47(3), 325–345.
- Pozo, J. I. (2017). Learning beyond the body: From embodied representations to explication mediated by external representations. *Journal for the Study of Education and Development*, 40(2), 219–276.

- Santos, B. de. (2007). *Epistemologies of the South: Justice against epistemicide*. Routledge.
- UNESCO. (2023). *Artificial intelligence in education: Guidelines for ethical implementation*.  
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

# **RECOMENDACIONES PARA EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DISEÑO DE TRABAJOS PRÁCTICOS EXPERIMENTALES DE FÍSICA**

Erica Gabriela Zorrilla – CONICET, Universidad Nacional de San Juan, Argentina

Claudia Alejandra Mazzitelli – CONICET, Universidad Nacional de San Juan, Argentina

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años la aplicación de la Inteligencia Artificial en softwares como Chat GPT ha causado un gran impacto en la sociedad y la educación no es una excepción. En este ámbito se han detectado diversos factores tanto favorecedores como obstaculizadores de su uso en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Rueda y otros, 2023; Lozada y otros, 2023; Nacipucha y otros, 2023). Si bien se encuentra disponible una gran cantidad de información publicada sobre su aplicación en estos procesos, es necesario desarrollar estudios que profundicen específicamente el análisis del uso de Chat GPT en el diseño de Trabajos Prácticos Experimentales para la enseñanza de la Física.

## **MARCO TEÓRICO**

La Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en un recurso tecnológico al alcance de todas las personas. Sus aplicaciones se extienden a multitud de ámbitos incluyendo a la educación científica. La Inteligencia Artificial en la Educación (IAEd) enfatiza la aplicación de la IA para ayudar en el proceso de enseñanza, potenciar el proceso de aprendizaje del estudiante y diferentes transformaciones (Alonso Salinas, 2023). Particularmente, en lo que se refiere a la educación en Física y en Química algunos autores señalan (Chen et al., 2020) que no es conveniente simplemente aplicar tecnologías de la IAEd, sino que se requiere una cuidadosa consideración de los factores sociales, pedagógicos (incluidas las características del contenido disciplinar específico) y ambientales.

De todas las posibles aplicaciones de la IAEd, nos interesan principalmente aquellas que se vinculan con la realización de actividades experimentales. En relación al uso de la IAEd con simulaciones, permite a los estudiantes interactuar con modelos virtuales de experimentos y observar los resultados en tiempo real, lo que les ayuda a comprender mejor los conceptos detrás de actividades y experimentar con diferentes variables sin los riesgos asociados con los experimentos realizados en un laboratorio (Lee y Perret, 2022).

En 2018 se lanzó un chatbot conversacional denominado Chat GPT (Chat Generative Pre-trained Transformer), una herramienta online que genera textos a partir de las preguntas de

los usuarios, es decir, tiene la capacidad de crear contenido “original” y de alta exactitud en lugar de limitarse a reproducir información de un banco de datos. Su uso es bastante simple aún para usuarios poco entrenados, se puede acceder al mismo a través de su sitio web oficial y permite crear un perfil de usuario gratuito (<https://chat.openai.com/>).

Así, con Chat GPT se puede establecer una conversación y preguntar sobre diferentes temáticas haciendo uso de nuestro propio lenguaje natural y sociocultural (Deleon Villagrán, 2023). Este posee un modelo de interacción casi idéntico a la comunicación escrita humana en diferentes idiomas, dicho modelo ha sido creado para procesar enormes cantidades de texto, generando resúmenes que se transfieren de manera bilateral de emisión y recepción con el usuario (Arévalo y Quinde, 2023). Algunas de sus principales aplicaciones en la actualidad incluyen, además de la generación de textos coherentes en diversos estilos, la generación de contenido para redes sociales y para aplicaciones de productividad, el análisis de diversos grupos de datos y el diseño de cursos para entornos virtuales, así como también contribuye con la resolución de problemas, logrando generar respuestas o soluciones a preguntas planteadas por los usuarios (Diego, Morales y Vidal, 2023). De esta manera, existe una gran variedad de tareas a desarrollar donde este recurso puede resultar de gran utilidad. Un detalle que debe tenerse en cuenta a la hora de usar esta IA, es que su base de datos se encuentra actualizada hasta 2022, así que conversaciones que requieran de respuestas con datos actualizados a la fecha de consulta probablemente resulten poco satisfactorias.

Reconociendo que la IA tiene efectos tanto positivos como negativos, a finales de 2021 UNESCO publicó una serie de recomendaciones sobre ética de la IA para ofrecer lineamientos dirigidos a que los diferentes sistemas de IA trabajen para el mejoramiento no solo de la humanidad (individuos y sociedades), sino también para el bien del medio ambiente y los ecosistemas. Además, la publicación de la UNESCO describe las prácticas emergentes en educación y analiza los desafíos del uso de la IA para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (Educación de calidad). Como señala Deleon Villagrán (2023), el uso de ChatGPT y de herramientas similares de IA es permitido para el aprendizaje y apoyo investigativo, pero no se debe equiparar ese contenido sin un control previo con la información proporcionada por fuentes que pasan el filtro de validez y verificación científica, ya que la responsabilidad legal y legítima de su uso recae en la comprobación de su veracidad por parte del usuario humano. Tampoco se debe suponer que, por la capacidad de síntesis de estas IA, su contenido reemplaza la comprensión, el raciocinio y la criticidad humana. Así, se acuerda en la construcción de mecanismos de control que puedan ajustar y verificar las propuestas a fin de paliar las consecuencias negativas que surjan por la mala utilización (arbitraria o no) de dicha tecnología.

Particularmente, en el campo de la enseñanza de las ciencias este chatbot posee ventajas que deben aprovecharse para mejorar los aprendizajes, pero cabe resaltar, como se viene mencionando, que se requiere de un uso y manejo responsable para aprovechar estos aspectos

positivos (Cortes Osorio, 2023). Así como la UNESCO señala ciertas advertencias para el uso de la IA, es el mismo software quien informa esta situación ante preguntas como ¿cuáles son los beneficios de usar Chat GPT para la enseñanza de las ciencias?, indicando que si bien puede ser una herramienta valiosa para estudiantes y docentes, no reemplaza la experiencia y la orientación de un docente humano y recomienda utilizarlo como complemento y no como sustituto de la enseñanza mediada por docentes. En este sentido, Velasco Aragón et al (2023) señalan que en todos los casos es necesario revisar las respuestas de Chat GPT, pues suele cometer errores en razonamientos de tipo lógico o matemático. Esta situación, vinculada a los aspectos educativos en general, se complejiza aún más si se la relaciona con el diseño y la implementación de Trabajos Prácticos Experimentales (TPE).

Los TPE son considerados recursos que suponen la articulación de diferentes tipos de actividades, principalmente experimentales, mediante un enfoque en el que la teoría y la práctica se encuentran en permanente interacción. Estas actividades escolares experimentales pueden desarrollarse con distinta complejidad para cualquier nivel educativo, ya que persiguen objetivos vinculados a la enseñanza y al aprendizaje de una o más áreas de las Ciencias Naturales, pero no están limitadas a ser realizadas en un laboratorio (Zorrilla y Mazzitelli, 2024). Debido a sus características, los TPE son considerados esenciales para la enseñanza y para el aprendizaje de las Ciencias Naturales (Hernández Millán, 2012; Idoyaga, 2022).

Por otra parte, en relación con la formación docente, cabe destacar que para lograr una implementación efectiva de las diversas IAEd es necesario realizar una actualización docente permanente. La actualización profesional constante es esencial para integrar herramientas como Chat GPT, así como otras IAEd, de manera ética y efectiva en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y colaborar en la preparación de los estudiantes para un mundo cada vez más digitalizado.

## METODOLOGÍA

Con las características de un estudio de tipo descriptivo (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018), se buscó analizar el uso de Chat GPT como herramienta auxiliar para la construcción de TPE de Física.

Para poder lograr esto se planteó un método de trabajo sistemático, buscando determinar de qué forma utilizar Chat GPT para diseñar TPE propuestos con materiales caseros que incluyan introducción teórica, el detalle de los objetivos de aprendizaje esperados, el listado de materiales necesarios para realizar la práctica, el procedimiento de trabajo experimental, una sección de preguntas que permitan abordar conceptualmente la discusión sobre el aspecto que verá el TPE y finalmente una sección de conclusiones. En este trabajo se analizarán las opciones brindadas para cada una de estas partes, con excepción de la introducción teórica.

A fin de ordenar el trabajo realizado con la IA se siguió el siguiente esquema:

- Se seleccionó un aspecto de Física para construir un TPE. En este punto se inició la conversación con Chat GPT y se planteó construir una actividad experimental para este aspecto, con las condiciones de que se debe poder realizar exclusivamente con materiales cotidianos y en un aula, ya que la escuela en la que se llevará a cabo no cuenta con un espacio específico destinado al laboratorio.
- Los aspectos de Física seleccionados para este estudio se vincularon con movimiento parabólico, movimiento circular uniforme, conservación de la energía mecánica y mecánica de fluidos (hidrostática e hidrodinámica).
- En este punto resultó clave generar un prompt claro y específico para que la comunicación con el chatbot resulte eficiente, por lo que fue necesario evaluar la claridad de la instrucción usada en la comunicación.
- Así, se solicitó al chatbot que eligiera entre una serie de opciones la que considerara más eficiente en términos de detalle, claridad y especificidad. El prompt seleccionado fue: “Plantea un trabajo práctico experimental de ...., utilizando materiales cotidianos de fácil acceso, que sea posible de realizar en el aula de una escuela. Proporciona instrucciones detalladas y recuerda actuar como un profesor de física experimentado” (los puntos suspensivos corresponden al aspecto de Física que debe tenerse en cuenta para el diseño del TPE).
- Teniendo en cuenta la respuesta del chatbot, y en caso de que no lo haya mencionado en el texto generado, se consultó qué objetivos de aprendizaje pueden lograrse a través de la aplicación de la actividad experimental propuesta; qué preguntas de análisis pueden realizarse a fin de favorecer la discusión conceptual del tema involucrado en la actividad sugerida; y qué conclusiones se espera que los estudiantes puedan abordar con la realización de esta actividad.
- Finalmente, se evaluaron las propuestas realizadas por Chat GPT utilizando una escala de 1 a 3 (logrado, parcialmente logrado y no logrado), según se considerara que la propuesta lograba los siguientes aspectos involucrados:
  - (a) Si los objetivos planteados pueden alcanzarse con la actividad experimental propuesta, es decir, se consideraron los verbos utilizados que deben ser operacionales para poder tener evidencias del aprendizaje realizado.
  - (b) Si efectivamente la actividad puede realizarse con material cotidiano.
  - (c) Si los materiales propuestos son accesibles en el contexto cotidiano.
  - (d) Si se mencionan todos los materiales necesarios para llevar a cabo la actividad planteada.
  - (e) Si la actividad puede realizarse en la forma en que se describe.

- (f) Si las preguntas de discusión propuestas son acordes a la temática disciplinar planteada.
- (g) Si las preguntas de discusión propuestas se relacionan directamente con la actividad experimental.
- (h) Si las conclusiones esperadas tienen sentido a la luz de las actividades realizadas.
- (i) Si las conclusiones esperadas tienen sentido según el marco teórico de la actividad.

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

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada TPE propuesto por Chat GPT.

### MOVIMIENTO PARABÓLICO

Para este TPE, Chat GPT presenta una actividad de caída de un objeto desde una mesa hasta el piso. Se plantea medir el tiempo de caída del objeto y su alcance horizontal, repitiendo 3 veces el procedimiento indicado a fin de calcular valores promedios para estas dos variables en estudio. A continuación, en la Tabla 1 se presentan los resultados atendiendo a la valoración de los distintos aspectos considerados:

Nivel de logro	Aspectos analizados	Porcentaje de logro
Logrado	(c), (b), (f), (g), (i)	55%
Parcialmente logrado	(a), (d), (e), (h)	44%
No logrado	-	0%

Tabla 1: Niveles de logro para el TPE de Movimiento parabólico. Elaboración propia.

Como puede observarse en el gráfico, el TPE generado por Chat GPT logró presentar adecuadamente más de la mitad de los aspectos analizados para este estudio. Cabe destacar que para este TPE se consideran logrados los aspectos (b), (c), (f), (g), (i). Con respecto al resto de los aspectos, se consideran parcialmente logrados ya que presentan ciertos detalles o inconvenientes a destacar:

- Para el aspecto (a), vinculado a los objetivos de aprendizaje propuestos, se menciona dentro de la redacción del objetivo "...comprender mejor los conceptos de cinemática". En este punto, es importante destacar que comprender es un proceso cognitivo muy

difícil de medir y no se podría obtener una evidencia directa del nivel de logro por parte de los estudiantes.

- Los aspectos (d) y (e) presentan una dificultad similar, relacionada a determinar el punto exacto en el cual la pelota toca el piso, ya que el TPE no indica cómo obtener una medición precisa de ese dato. Para solucionar esto podría ser necesario agregar algún elemento y/o acción, como por ejemplo, colocar papel carbónico en el piso, de manera de ubicar de forma certera el punto de impacto de la pelota con el suelo.
- El aspecto (i) se considera parcialmente logrado, ya que el chatbot señala que “...los estudiantes confirmarán la validez de las ecuaciones del movimiento para predecir la trayectoria de la pelota”, lo cual no es cierto. En ningún momento se confirma la validez sino que se aplica la teoría para obtener resultados experimentales válidos. Tampoco podrían “...concluir que el tiempo de caída depende únicamente de la altura desde la cual se lanza la pelota, y no de su masa”, ya que el procedimiento no señala trabajar la caída libre del objeto con diferentes masas.

## MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

El TPE diseñado por Chat GPT para esta temática involucra la construcción de un péndulo que deberá ponerse a girar siguiendo una trayectoria circular con la intención de medir el período del movimiento y calcular la velocidad tangencial y la aceleración centrípeta. En la siguiente tabla (Tabla 2) se presentan los porcentajes de objetivos alcanzados en los diferentes niveles de logro:

Nivel de logro	Aspectos analizados	Porcentaje de logro
Logrado	(b), (c), (d), (f), (i)	55%
Parcialmente logrado	(a)	11%
No logrado	(e), (g), (h)	33%

Tabla 2: Niveles de logro para el TPE de Movimiento Circular Uniforme. Elaboración propia.

Para este TPE se consideraron logrados los aspectos (b), (c), (d), (f) e (i). En relación con el resto de los aspectos, es conveniente destacar:

- El aspecto (a) se considera parcialmente logrado ya que en el caso de los objetivos de aprendizaje, el chatbot señala que “...los estudiantes medirán la velocidad tangencial y la aceleración centrípeta para comprender mejor los conceptos relacionados con el movimiento circular.”, lo cual presenta dos potenciales inconvenientes: nuevamente el uso de un verbo del cual no puede obtenerse una evidencia directa de su grado de cumplimiento y cierta falta de claridad con respecto a las variables que se van a medir, ya que para esta actividad, la velocidad y la aceleración serán mediciones indirectas; pero si esto no se aclara podría pensarse que los estudiantes medirán de forma directa ambas variables, lo cual no es posible de lograr con el procedimiento detallado.

- En el caso del aspecto (e) se considera no logrado porque la actividad no podría realizarse siguiendo literalmente el procesamiento indicado por Chat GPT, ya que parecería que hay un salto en las instrucciones, ya que se indica "...coloca la cuerda sobre una superficie plana... ata el objeto al extremo de la cuerda...suelta suavemente el objeto y permite que comience a girar alrededor de su centro". En este sentido, falta algo que indique como pasar de la cuerda que está apoyada en una superficie plana con un objeto atado en uno de sus extremos, a lograr que el objeto gire alrededor de su centro. Este detalle es de suma importancia, porque de no poder resolverse no se logrará generar un MCU, por lo que el TPE no logaría el objetivo propuesto.
- Con base en estos mismos motivos es que (h) tampoco se logra en este TPE ya que si no es posible lograr efectivamente un MCU, difícilmente los estudiantes puedan lograr obtener conclusiones válidas referidas a este tipo de movimiento.
- Finalmente, el apartado (g) también se considera no logrado debido a que la masa del objeto que gira no es una variable que se modifique en este TPE, por lo que no es posible determinar experimentalmente cómo influye la masa del objeto en la tensión de la cuerda y en la aceleración centrípeta.

### CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA MECÁNICA

En este TPE Chat GPT propone dejar caer una bola de goma o pelota pequeña a través una rampa inclinada construida con material casero para realizar diferentes mediciones de tiempo y longitud, a fin de poder calcular los valores de energía cinética y potencial en la cima y el extremo inferior del plano inclinado y obtener conclusiones acerca de la conservación de la energía mecánica. A continuación, se presentan los resultados para este TPE atendiendo a la valoración de los distintos aspectos considerados:

Nivel de logro	Aspectos analizados	Porcentaje de logro
Logrado	(b), (c), (f), (i)	44%
Parcialmente logrado	(a), (d), (e), (g), (h)	55%
No logrado		0%

Tabla 3: Niveles de logro para el TPE de conservación de la energía mecánica. Elaboración propia.

Como puede observarse en la Tabla 3, todos los aspectos analizados se logran en mayor o menor medida. Particularmente, se consideran logrados los apartados (b), (c), (f), (i). Los restantes aspectos se consideran parcialmente logrados en base a las siguientes razones:

- Con respecto a (a), el objetivo detallado por Chat GPT tiene varios inconvenientes. Por ejemplo, indica que los estudiantes podrán "Demostrar y analizar la conservación de la energía mecánica mediante un experimento sencillo...", pero en el TPE no se propone realizar la demostración de este principio físico. A su vez, señala que los estudiantes "medirán y calcularán las energías cinética y potencial...", y si bien es cierto que se

realizarán cálculos que apuntan a conocer el valor de dichas energías, es incorrecto señalar que se medirán.

- En relación con (d) y (e), hay algunas indicaciones que parecen incompletas, ya que, por ejemplo, para el cálculo de la energía potencial es necesario conocer la masa del objeto. En general, esta medida no es conocida a priori sino que debe obtenerse usando una balanza apropiada para tal fin, lo cual no se indica en este protocolo ni tampoco aparece este instrumento de medición entre el listado de materiales.
- Con respecto a (g), dos de las preguntas de discusión no pueden resolverse directamente con la realización de esta actividad experimental, ya que los estudiantes no podrán determinar cómo influye la inclinación del riel en la velocidad final de la bola si no realizan diferentes ensayos cambiando la inclinación (lo cual no se solicita), ni tampoco pueden saber qué sucede con las energías cinéticas y potencial en caso de que la masa de la bola se modifique, si no se ha realizado esta modificación en el experimento. Esta última pregunta sin dudas que es muy sencilla de responder con un análisis simple de las ecuaciones de energía, pero la intención de las preguntas de discusión en un TPE debería estar principalmente vinculada con las actividades propuestas.
- Finalmente, teniendo en cuenta (i), de igual forma que lo indicado en el apartado previo, los estudiantes no podrán elaborar conclusiones referidas a la variación de la masa en el sistema, si no se modifica el valor de la masa en la experimentación.

## HIDROSTÁTICA

En este TPE, se propone explorar mediante experimentos sencillos el principio de Arquímedes y la variación de la presión en el seno de un fluido. En la Tabla 4 se presentan los resultados para este TPE atendiendo a la valoración de los distintos aspectos considerados:

Nivel de logro	Aspectos analizados	Porcentaje de logro
Logrado	(b), (c), (d), (e), (f), (i)	66%
Parcialmente logrado	(a), (g), (h)	33%
No logrado		0%

Tabla 4: Niveles de logro para el TPE de Hidrostática. Elaboración propia.

Al igual que en el TPE anterior, en este caso todos los ítems analizados se cumplen en mayor o menor medida. De forma particular, los apartados (b), (c), (d), (e), (f), (i) se consideran logrados. Con respecto a los restantes aspectos, es conveniente señalar:

- En relación con (a), surge nuevamente el inconveniente que se observó en otros TPE generados por Chat GPT, se menciona “explorar y comprender los principios de la hidrostática...”, donde el uso del verbo comprender presenta las dificultades ya mencionadas al momento de evaluar el logro.
- Acerca de los aspectos (g) y (h), vinculados con las preguntas de discusión y las

conclusiones, ambas exceden los límites de las actividades experimentales planteadas, ya que solo podrán explicar de manera teórica cómo cambiaría la presión si se utiliza un fluido diferente, debido a que no han realizado esa contrastación empírica.

## HIDRODINÁMICA

Chat GPT propone realizar un experimento realizando orificios en una botella de plástico transparente e insertando en ellos sorbetes, para luego llenar la botella con agua, tomar mediciones adecuadas y poder calcular la velocidad de salida del agua. A continuación, en la Tabla 5 se presentan los resultados para este TPE y luego se detallan los aspectos analizados:

Nivel de logro	Aspectos analizados	Porcentaje de logro
Logrado	(b), (c), (d), (i)	44%
Parcialmente logrado	(a), (e), (f)	33%
No logrado	(g), (h)	22%

Tabla 5: Niveles de logro para el TPE de Hidrodinámica. Elaboración propia.

Los aspectos (b), (c), (d), (i) se registraron como logrados en su totalidad. Logrados de forma parcial se consideraron los ítems (a), (e), (f) y no logrados (g), (h). Al respecto, es conveniente aclarar:

- Con respecto a (a), se menciona dentro del objetivo “explorar y comprender los principios de la hidrodinámica...”, donde vuelve a surgir el inconveniente con el verbo comprender, que se observó en varios de los TPE anteriormente detallados.
- En el caso de (e), si bien el procedimiento indicado es bastante correcto, la indicación de usar cinta adhesiva para sellar los orificios puede generar pequeñas pérdidas de agua por falta de adherencia a las paredes de la botella, lo cual podría conducir a observaciones confusas.
- En cuanto a (f), en una de las preguntas de análisis, Chat GPT señala “por qué el flujo del orificio inferior es mayor que el del superior”; en este caso el uso de la palabra flujo resulta ambiguo y puede conducir a interpretaciones conceptuales poco certeras, ya que no explicita si se refiere a flujo de masa o volumen. Podría ser más apropiado el uso de la expresión “caudal” que refiere inequívocamente al flujo volumétrico.
- Finalmente, en relación con los ítems (g), (h), se consideran no logrados en ambos casos debido a la falta de estrecha vinculación entre la actividad experimental y la discusión o las conclusiones. Por una parte, esto ocurre porque si bien las preguntas son acordes a la temática, no tienen un vínculo estrecho con la actividad experimental planteada. Por ejemplo, los estudiantes no podrán contestar cómo afecta un cambio en el diámetro del tubo a la presión y velocidad del fluido si no realizan alguna modificación en el experimento que involucre trabajar con tubos de diferentes áreas (lo cual no es planteado en el procedimiento detallado por el chatbot). Por otra parte, en la experiencia

propuesta se realizan vinculaciones entre las variaciones de velocidad del fluido y los cambios de presión. Si bien resulta un ejercicio útil, difícilmente los estudiantes puedan llegar a concluir cómo se relacionan el área de la sección y la velocidad de flujo, ya que el área no ha sido una variable que se haya modificado en el procedimiento. A su vez, establecer conclusiones vinculadas a la aplicación del principio de Bernoulli podría ser bastante dificultoso, por la forma en la que se ha planteado la actividad.

En líneas generales, pueden destacarse ciertas características similares en los TPE generados por Chat GPT. En el Gráfico 1 se observa el nivel de logro para cada uno de los aspectos propuestos:

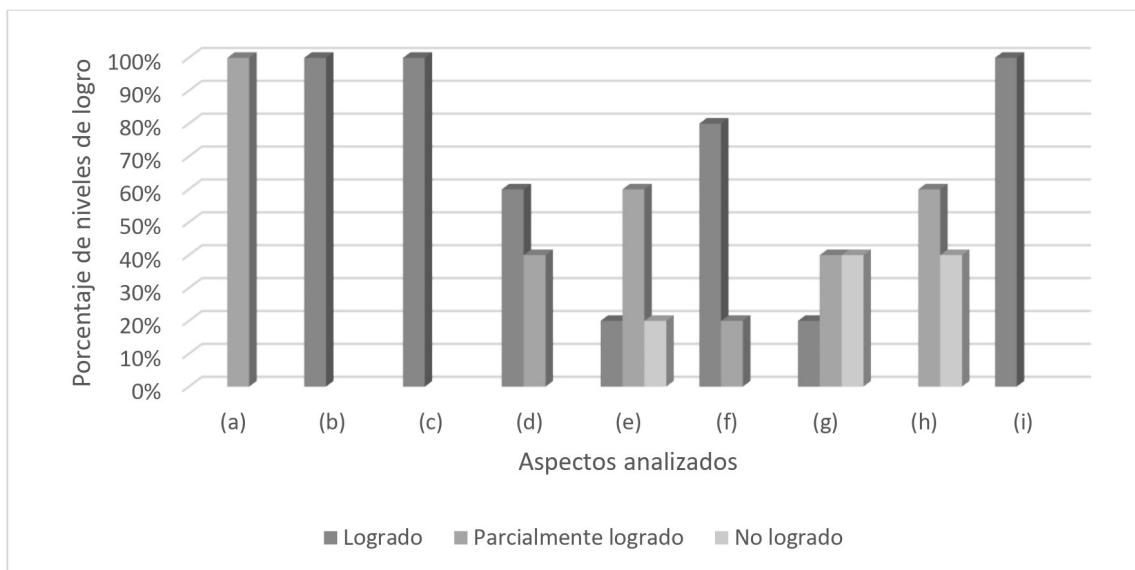


Gráfico 1: Niveles de logro de los TPE propuestos por Chat GPT para cada uno de los aspectos analizados. Elaboración propia.

Como puede observarse, en todos los casos Chat GPT propuso TPE con materiales de bajo costo y diseñó actividades que efectivamente se pueden realizar con dichos materiales. A su vez, siempre detalló conclusiones estrictamente vinculadas con el marco teórico al cual refieren los TPE analizados. En el caso de los objetivos planteados, en todos los TPE, independientemente del aspecto al que refieran se consideraron logrados moderadamente, detectando como principal dificultad el uso de verbos no observables, lo que dificulta evaluar el desempeño de los estudiantes. El resto de los criterios de análisis presentaron niveles de logro variables según el TPE al cual se encuentren vinculados. Sobre este resultado, conviene seguir profundizando para identificar los motivos vinculados al mismo.

## DISCUSIÓN

El análisis de resultados realizado permite identificar que en todos los casos se proponen materiales accesibles y TPE que efectivamente pueden llevarse a cabo usando esos materiales. Solamente se detectaron inconvenientes a la hora de armar la lista de materiales, ya que no siempre se explicitaban todos los que realmente se requerían para una construcción efectiva

del dispositivo experimental. En relación con las conclusiones esperadas, todo lo detallado por Chat GPT estaba en relación con el marco teórico del TPE correspondiente. Sin embargo, la vinculación entre las conclusiones esperadas y las actividades experimentales propuestas no siempre fueron tan evidentes, en algunas propuestas como las referidas a Hidrodinámica y Movimiento Circular Uniforme, ni siquiera puede observarse un vínculo estrecho entre experimentación y conclusiones. Esto podría dar cuenta de cierta destreza del chatbot para vincular cuestiones estrictamente teóricas dentro de un marco conceptual coherente y adecuado (los resultados esperados en su gran mayoría responden adecuadamente a la teoría correspondiente de los diferentes TPE), no así a la hora de relacionar estrechamente la teoría y la práctica, ya que presenta dificultades cuando se trata de aplicar esta teoría a situaciones experimentales concretas. Entre las posibles causas de esta situación, podría pensarse que ChatGPT ha sido programado principalmente con texto teórico y descriptivo, por lo que no puede basarse en la experiencia práctica directa, razones que llevarían a limitar su capacidad para generar propuestas experimentales. Sin embargo, este resultado particular -la escasa interacción entre teoría y práctica-, también se ha detectado en estudios realizados previamente al analizar TPE diseñados por docentes de Ciencias Naturales (Zorrilla, 2019).

En relación con los objetivos de aprendizaje propuestos por el chatbot para los diferentes TPE, parecerían estar siempre vinculados con las actividades planteadas. Sin embargo, en varios casos el nivel de logro de la propuesta nunca llega a ser totalmente satisfactorio, ya que se incluyen verbos como “comprender” que son difícilmente observables en los estudiantes. Es importante señalar que, en general, para la construcción de objetivos se hace necesario el uso de verbos operacionales para tener acceso a evidencias del aprendizaje realizado. Comprender, interpretar, entender son procesos cognitivos internos que dificultan tener de manera directa evidencias del aprendizaje. A su vez, cabe destacar que en todos los casos se mencionan objetivos generales, vinculados con la temática en forma macro (por ejemplo, el objetivo de la práctica de movimiento parabólico es válido para cualquier práctica de cinemática), en escasas ocasiones se explicitan objetivos específicos vinculados con el tema particular de las actividades. Esta última situación podría estar vinculada con las razones señaladas en el párrafo anterior, es decir, parecería que hay una cierta limitación o falta de precisión de Chat GPT cuando debe realizar acciones vinculadas a situaciones experimentales específicas.

En el caso del procedimiento, la mejor valoración se ha realizado para el TPE de Hidrostática y la peor para el TPE de Movimiento Circular Uniforme. En este sentido cabe destacar que lograr un movimiento circular donde la velocidad de rotación sea siempre constante es algo difícil con materiales cotidianos y sencillos, por lo cual es esperable este resultado. Esta dificultad podría ser la causa por la que, como señala Méndez Mendieta (2016), una gran parte de los textos, para este tema, se enfocan en el desarrollo teórico y posterior solución de problemas,

abordando de forma escasa el trabajo conceptual o experimental.

En relación con las preguntas de discusión también surgen valoraciones variables, pero, de la misma forma que ocurrió con las conclusiones, las relaciones con el marco teórico que sustenta cada TPE son más frecuentes que las relaciones entre estas preguntas y las actividades experimentales propuestas. En este caso, las propuestas referidas a Hidrodinámica y Movimiento Circular Uniforme son las que presentan la más baja valoración.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados encontrados, se hace necesario seguir profundizando sobre varios aspectos vinculados al uso de IA para el diseño de TPE a fin de optimizar sus aportes. Entre estos aspectos, resulta relevante analizar si los diferentes niveles de logro de las propuestas del chatbot se encuentran asociados (o no) a las características de los contenidos disciplinares específicos. Así como, se evidencia la necesidad de profundizar las razones a las que se puede atribuir la escasa vinculación teoría práctica observada en estos TPE, característica que también se ha detectado en los TPE diseñados e implementados, sin el uso de IA, por docentes de distintos niveles educativos (Zorrilla, 2019).

Teniendo en cuenta el análisis realizado, resulta conveniente destacar que la implementación de Chat GPT para el diseño de TPE puede ser una herramienta a considerar para la propuesta de este tipo de actividades en Física. Su uso sencillo y al alcance de gran parte de la población lo vuelve una herramienta con gran potencial. Sin embargo, como con toda herramienta, es necesario señalar que la eficacia en su uso va a depender en gran medida de que sus propuestas sean revisadas, controladas y adaptadas por los docentes a cargo, para aclarar y corregir los inconvenientes que se detecten.

En este punto, una vez que un docente decide usar Chat GPT para el diseño de sus TPE, se recomienda establecer y explicitar diferentes criterios que permitan asegurar la calidad de dicho diseño, poniendo a prueba sus instrucciones y propuestas, y generando así un proceso continuo que permita evaluar la efectividad del chatbot en situaciones prácticas y optimizar sus propuestas. Este proceso de control debería ponerse en juego también en el caso que se desee usar este chatbot para modificar TPE previamente diseñados, incorporando la creatividad de Chat GPT al conocimiento y a la experiencia docente, para brindar una propuesta de aprendizaje más enriquecedora.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Salinas, R. (2023). *Aplicación de la Inteligencia Artificial a la enseñanza en física y química* [Tesis de maestría, Universidad Católica de Murcia]. Repositorio UCAM.
- Arévalo, J. A., & Quinde, M. (2023). ChatGPT: La creación automática de contenidos con Inteligencia Artificial y su impacto en la comunicación académica y educativa. *Revista Desiderata*, 22, 136–142.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278.
- Cortés Osorio, J. A. (Ed.). (2023). *Explorando el potencial de ChatGPT en la escritura científica: Ventajas, desafíos y precauciones*. *Scientia et Technica*, 28(1), 3–5.
- Deleon Villagrán, M. (2023). Perspectivas sobre el ChatGPT: Una herramienta potente en la educación superior. *PANORAMA UNAB*, 5, 11.
- Diego Olite, F. M., Morales Suárez, I., & Vidal Ledo, M. J. (2023). ChatGPT: Origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Educación Médica Superior*, 37(2), e3876.
- Hernández Millán, G. (2012). Enseñanza experimental: ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23, 92–94. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30139-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30139-8)
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Idoyaga, I. (2022). El Laboratorio Extendido: Rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*, 4(1), 20–49.
- Lee, I., & Perret, B. (2022). Preparing high school teachers to integrate AI methods into STEM classrooms. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 36(11), 12783–12791. <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21557>
- Lozada, R. F. L., Aguayo, E. M. L., Suquilandia, M. D. J. E., Pico, N. D. J. A., & Vélez, G. E. Q. (2023). Los riesgos de la inteligencia artificial en la educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 7219–7234.
- Méndez Mendieta, J. A. (2016). *Diseño de una estrategia didáctica para la comprensión del movimiento circular uniforme y sus características* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia.
- Nacipucha, L. J. Z., Benítez, M. R. T., Montaño, V. M. V., & Corrales, E. F. (2023). Estrategia de superación docente sobre la herramienta de inteligencia artificial CHAT GPT. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(10), 552–576.
- Rueda, M. M., Cerero, J. F., Domingo, J. A. M., & Maldonado, J. J. V. (2023). Uso de la inteligencia artificial en la educación a través de la producción científica. En *Investigación e innovación educativa en contextos diferenciados* (pp. 33–40). Dykinson.

- Velasco Aragón, I. J., Gutiérrez Rodríguez, M. A., Ulloa Arteaga, H., Simancas Altieri, I. M., & Gutiérrez Villarreal, S. L. (2023). Impactos del ChatGPT en la docencia. *CISA*, 5(5), 116–125. <https://doi.org/10.58299/cisa.v5i5.58>
- Zorrilla, E. G. (2019). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Cuyo]. Repositorio Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
- Zorrilla, E., & Mazzitelli, C. A. (2024). Representaciones sociales de los trabajos prácticos experimentales en Ciencias Naturales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 35(71). <https://doi.org/10.33255/3571/>

ISBN 978-950-29-2073-3



9 789502 920733

