

Desarrollo de habilidades para la utilización de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de la Química

Develop skills for the use of Artificial Intelligence in Chemistry teaching

Bernardo Manuel-Camunda*

✉ bernardocamunda@yahoo.com.br

 <https://orcid.org/0000-0003-0327-7112>

José Salvador Márquez-Cundú**

✉ marquezcundu@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1775-811X>

*Universidad de Namibe, Angola.

**Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, Cuba.

Resumen

El estudio persigue como objetivo diagnosticar el desarrollo de las habilidades docentes en Inteligencia Artificial para la enseñanza de la Química, en ocho profesores de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades FCSH de la Universidad de Namibe. La investigación reveló que, la mayoría de los docentes no poseen formación en IA y no la incorporan en sus clases, aunque manifestaron interés en recibir capacitación. Entre los principales obstáculos identificados para la integración de la IA se encuentran la falta de infraestructura tecnológica, la resistencia al cambio y la dificultad para elegir herramientas apropiadas. El estudio destaca el potencial de la IA para transformar la enseñanza mediante la personalización del aprendizaje, la experimentación virtual y la mejora de las estrategias pedagógicas. Se propone implementar estrategias de formación docente, asegurar el acceso a recursos tecnológicos y promover metodologías innovadoras para integrar eficazmente la IA en la enseñanza de la Química.

Palabras clave: Enseñanza de la Química, habilidades docentes, herramientas educativas, Innovación Tecnológica, Inteligencia Artificial

Abstract

The study aims to diagnose the development of teaching skills in Artificial Intelligence (AI) for the teaching of Chemistry among eight professors at the Faculty of Social Sciences and Humanities (FCSH) at Namibe University. The research revealed that most teachers have no training in AI and do not incorporate it into their classes, although they expressed interest in receiving training. Among the main obstacles identified for the integration of AI are the lack of technological infrastructure, resistance to change, and difficulty in choosing appropriate tools. The study highlights the potential of AI to transform teaching through personalized learning, virtual experimentation, and the improvement of pedagogical strategies. It proposes implementing teacher training strategies, ensuring access to technological resources, and promoting innovative methodologies to effectively integrate AI into the teaching of Chemistry.

Keywords: Artificial Intelligence, Chemistry Teaching, educational tools, teaching skills, Technological Innovation

Introducción

El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como uno de los fenómenos más disruptivos de la era contemporánea, transformando múltiples sectores de la sociedad y con un impacto creciente en el ámbito educativo. En particular, la enseñanza de las ciencias, y de la química en especial, enfrenta el reto de integrar estas tecnologías no solo como herramientas complementarias, sino como catalizadores de nuevas formas de aprender y enseñar. La IA, más que un mecanismo de automatización, se perfila como un agente capaz de redefinir los métodos pedagógicos y los roles de docentes y estudiantes dentro del proceso educativo (Luckin et. al., 2016).

Durante las últimas décadas, las tecnologías digitales han impulsado cambios en los modelos de enseñanza, favoreciendo modalidades como el aprendizaje en línea y la personalización de contenidos. Sin embargo, la IA introduce un salto cualitativo al permitir sistemas que se adaptan a las necesidades de cada estudiante. Selwyn (2019) advierte que su incorporación no debe limitarse a un uso instrumental, sino que plantea cuestiones de fondo sobre las relaciones entre conocimiento, enseñanza y aprendizaje, así como desafíos éticos, sociales y pedagógicos

que no pueden pasarse por alto.

En la enseñanza de la química, estas transformaciones tienen un valor especial debido a la complejidad conceptual de muchos de sus contenidos, como estructuras moleculares o modelos atómicos. El uso de aplicaciones de IA—laboratorios virtuales, simuladores y plataformas adaptativas— abre nuevas posibilidades para visualizar fenómenos abstractos, experimentar en entornos seguros y ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas (Clark et al., 2021). De esta manera, la IA contribuye a una comprensión más profunda de los conceptos científicos y a la adquisición de competencias ajustadas al ritmo y estilo de cada estudiante.

No obstante, la integración de la IA en la educación no está exenta de limitaciones y riesgos. La UNESCO (2021) señala como principales desafíos la insuficiente formación docente, las carencias de infraestructura tecnológica y las desigualdades en el acceso, factores que resultan aún más críticos en contextos de países en desarrollo. A ello se suma la necesidad de marcos éticos y normativos que garanticen la transparencia en el uso de datos y algoritmos, evitando sesgos y asegurando un acceso equitativo a los beneficios de la innovación educativa.

En este contexto, la enseñanza de la Química requiere un compromiso institucional que vaya más allá de la simple disponibilidad tecnológica. Resulta indispensable promover programas de formación docente, diseñar estrategias didácticas innovadoras y fomentar una alfabetización digital e informacional en profesores y estudiantes (Selwyn, 2022; Luckin et al., 2023). Este estudio se inscribe en dicha perspectiva, con un enfoque descriptivo–diagnóstico y propositivo, orientado a identificar estrategias que favorezcan la adopción de la IA en la enseñanza de la Química. Por esto, su objetivo es diagnosticar el desarrollo de las habilidades docentes en Inteligencia Artificial (IA) para la enseñanza de la Química, en ocho profesores de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades FCSH de la Universidad de Namibe.

Se pretende contribuir a una educación más pertinente, equitativa e innovadora, capaz de preparar a los estudiantes para afrontar los desafíos científicos y sociales del siglo XXI. En el trabajo fue utilizado el método descriptivo–diagnóstico, dado que el estudio caracteriza el nivel de conocimientos, habilidades y uso de la IA en la enseñanza de la Química por parte de los docentes de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad de Namibe. Se buscó describir la realidad existente, más que manipular variables o probar hipótesis.

Como técnica de recolección de datos se utilizó la encuesta. El instrumento consistió en un cuestionario estructurado que se aplicó a ocho profesores de Química de la FCSH, con preguntas cerradas y opciones de respuesta (ejemplo: nivel de conocimiento, formación recibida, herramientas usadas, percepción sobre la IA, disposición a capacitarse).

Se realizó un análisis de datos cuantitativo-descriptivo. Se procesaron los resultados en forma de porcentajes y frecuencias (ejemplo: 87,5 % indicó no tener conocimientos sobre IA). Los datos se presentaron en tablas y gráficos (Figura 1).

La revisión bibliográfica realizada permitió construir la fundamentación teórica sobre la IA en la educación y la enseñanza de las ciencias. El uso del método propositivo posibilitó que, a partir del diagnóstico, se formularan recomendaciones orientadas a la capacitación docente, acceso a recursos tecnológicos y desarrollo de estrategias innovadoras.

Desarrollo

Importancia del empleo de la IA en la enseñanza de la Química

El análisis sobre la enseñanza de la química en contextos actuales exige comprender no solo los beneficios potenciales de la Inteligencia Artificial (IA), sino también las condiciones reales que determinan su adopción en las instituciones educativas. La incorporación de tecnologías emergentes se encuentra condicionada por factores pedagógicos, institucionales y socioculturales que influyen en la disposición de los docentes para integrar la IA en su práctica. Por ello, resulta esencial examinar cómo las actitudes, competencias y recursos disponibles inciden en la construcción de un entorno de aprendizaje innovador y eficaz. Esta perspectiva permite entender la IA no únicamente como un recurso tecnológico, sino como un componente transformador del proceso de enseñanza-aprendizaje, cuya efectividad dependerá de la preparación del profesorado y del acompañamiento institucional.

La enseñanza de la química, al igual que otras disciplinas científicas, enfrenta el desafío constante de adaptar sus metodologías a los cambios tecnológicos y sociales que caracterizan el siglo XXI. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta con un potencial transformador que permite replantear los procesos de enseñanza-aprendizaje en función de las necesidades de los estudiantes y las demandas de la sociedad contemporánea. La relevancia de integrar la IA en la enseñanza de la química no se limita únicamente al

uso de recursos innovadores, sino que implica la creación de entornos de aprendizaje más personalizados, interactivos y capaces de potenciar la comprensión de conceptos abstractos que caracterizan esta ciencia.

Según Luckin et al. (2016), la IA tiene el potencial de cambiar radicalmente la educación porque permite no solo automatizar tareas administrativas, sino también generar nuevas formas de interacción pedagógica que antes eran impensables. En la enseñanza de la química, donde los fenómenos a menudo requieren representaciones simbólicas, microscópicas y macroscópicas simultáneamente, la IA ofrece oportunidades para integrar simulaciones, modelos predictivos y herramientas de visualización que enriquecen la experiencia del estudiante (Holmes et al., 2019).

Un aspecto esencial de la importancia de la IA radica en su capacidad para personalizar el aprendizaje. Mientras que los métodos tradicionales suelen estar basados en la uniformidad del ritmo y los contenidos, la IA permite que los sistemas adapten las actividades, el nivel de dificultad y los recursos en función de los progresos individuales del estudiante (Woolf, 2021). En la química, esta personalización puede ser decisiva, pues se trata de una disciplina en la que los estudiantes muestran grandes diferencias en la comprensión de conceptos como la estructura molecular, las reacciones químicas o las leyes termodinámicas.

Asimismo, la incorporación de la IA contribuye a fortalecer el carácter experimental y aplicado de la química. Plataformas basadas en IA permiten a los estudiantes realizar experimentos virtuales, visualizar interacciones moleculares en tres dimensiones y acceder a laboratorios remotos que simulan condiciones reales (Chen et al., 2020). Esto resulta especialmente relevante en contextos educativos donde los recursos materiales para prácticas de laboratorio son limitados, lo que convierte a la IA en un instrumento democratizador del acceso al conocimiento científico.

Por otro lado, el empleo de IA fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas y de pensamiento crítico en los estudiantes. Selwyn (2019) señala que el verdadero valor de la IA en la educación no reside únicamente en su capacidad técnica, sino en cómo esta se articula con objetivos pedagógicos que promuevan la reflexión, la autonomía y la capacidad de resolver problemas complejos. En la enseñanza de la química, la IA puede plantear problemas abiertos,

proponer rutas de razonamiento alternativas y retroalimentar al estudiante en tiempo real, favoreciendo un aprendizaje más profundo y significativo.

La importancia de la IA en este campo también se vincula con el desafío de integrar la ciencia escolar con los avances de la investigación científica actual. La química es una disciplina en constante evolución, donde la modelización computacional, el análisis de big data y el diseño de nuevos materiales apoyados en algoritmos de IA forman parte de la práctica investigadora contemporánea (Gilbert y Treagust, 2017). Al introducir estas herramientas en el aula, no solo se actualiza el contenido curricular, sino que también se prepara a los estudiantes para comprender el modo en que la química opera en el mundo real.

Además, la IA permite enfrentar una de las principales dificultades históricas en la enseñanza de la química: la motivación estudiantil. La química es percibida a menudo como una materia abstracta, cargada de simbolismos y cálculos que pueden desalentar a los estudiantes (Taber, 2018). Las aplicaciones de IA, al ofrecer entornos interactivos, gamificación y simulaciones atractivas, incrementan el interés y la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Finalmente, la importancia de la IA en la enseñanza de la química no puede desvincularse de su papel en la formación de ciudadanos preparados para un mundo donde la ciencia, la tecnología y la innovación son factores centrales de desarrollo. La UNESCO (2021) ha destacado que la integración de tecnologías emergentes en la educación, entre ellas la IA, debe orientarse hacia el logro de competencias para la vida, el trabajo y la participación democrática. En este sentido, enseñar química con apoyo de IA no solo significa aprender mejor una disciplina, sino también contribuir a que los estudiantes adquieran competencias digitales, analíticas y éticas que serán esenciales en su futuro.

En síntesis, la importancia de emplear la inteligencia artificial en la enseñanza de la química radica en que permite transformar la manera en que los estudiantes interactúan con el conocimiento, favorece la personalización del aprendizaje, fortalece la dimensión experimental de la disciplina, motiva a los estudiantes y conecta el aula con las prácticas científicas contemporáneas. No obstante, como subraya Holmes (2022), la eficacia de la IA dependerá de cómo los educadores logren articular estas herramientas con propósitos pedagógicos claros y

con una visión crítica que pondere tanto sus ventajas como sus limitaciones.

Herramientas de IA para la enseñanza de la Química

La inteligencia artificial ha generado un ecosistema de herramientas educativas que ofrecen nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje de la química. Estas soluciones van más allá de la simple digitalización de materiales, ya que incorporan algoritmos de aprendizaje automático, análisis de datos en tiempo real y sistemas adaptativos que ajustan la experiencia pedagógica a las necesidades individuales de los estudiantes. En este apartado se examinan algunas de las principales aplicaciones de la IA en el ámbito de la química, destacando su potencial, ventajas y limitaciones.

Los simuladores y laboratorios virtuales constituyen una de las aplicaciones más relevantes de la IA en la enseñanza de la química, ya que permiten recrear fenómenos complejos y experimentos que, de otra manera, serían costosos o difíciles de implementar en entornos educativos. Según Clark et al. (2021), los entornos virtuales potenciados con IA permiten a los estudiantes manipular variables, observar reacciones en tiempo real y recibir retroalimentación inmediata sobre sus decisiones. Esto no solo facilita la comprensión conceptual, sino que también promueve la seguridad, al evitar la manipulación de sustancias peligrosas en etapas iniciales de aprendizaje.

Por ejemplo, plataformas como Labster integran motores de IA para guiar al estudiante durante las prácticas, personalizando los retos en función de su nivel de desempeño. Estos entornos virtuales también favorecen la democratización del acceso a experiencias experimentales, particularmente en instituciones que carecen de infraestructura adecuada (Aljohani y Davis, 2022).

Otra categoría de herramientas relevantes son los sistemas de tutoría inteligente (STI), diseñados para ofrecer acompañamiento personalizado a los estudiantes. Estas plataformas utilizan algoritmos de IA que identifican patrones en las respuestas de los usuarios y adaptan el contenido para reforzar conceptos no comprendidos. De acuerdo con Woolf (2021), los STI representan un avance significativo frente a los sistemas tradicionales de aprendizaje en línea, ya que simulan la interacción con un tutor humano, proporcionando explicaciones, ejemplos y actividades en función del progreso del estudiante.

En el caso de la química, este tipo de sistemas ha mostrado especial utilidad en la enseñanza de áreas abstractas como la estequiometría o la termodinámica, donde los estudiantes suelen cometer errores recurrentes. La retroalimentación inmediata y personalizada contribuye a la corrección de dichos errores y al fortalecimiento del aprendizaje significativo (Bai et al., 2021).

Las plataformas adaptativas representan un campo en expansión en la educación mediada por IA. Estas herramientas recopilan datos sobre el desempeño del estudiante —tiempo de respuesta, número de intentos, nivel de aciertos— y ajustan la dificultad de las tareas o la secuencia de contenidos en función de las necesidades identificadas. En química, su implementación ha demostrado mejorar la retención de conceptos fundamentales y la motivación estudiantil (Kumar y Sharma, 2020).

Un ejemplo de este enfoque es la aplicación de algoritmos de aprendizaje supervisado para analizar la evolución del estudiante en ejercicios de resolución de ecuaciones químicas, ofreciendo rutas personalizadas que fortalecen sus áreas de menor dominio. Según Zawacki-Richter et al. (2019), el valor de estas plataformas no reside únicamente en la personalización, sino también en la capacidad de generar grandes bases de datos educativas que pueden alimentar futuras investigaciones pedagógicas.

El estudio de estructuras moleculares es uno de los aspectos más desafiantes de la enseñanza de la química, debido a la dificultad que implica visualizar entidades invisibles a simple vista. La IA ha permitido el desarrollo de sistemas de modelado molecular que generan representaciones tridimensionales dinámicas, facilitando la comprensión de las interacciones entre átomos y moléculas. Estas herramientas utilizan técnicas de visión por computadora y aprendizaje profundo para construir simulaciones interactivas que los estudiantes pueden manipular en tiempo real (Gilmer et al., 2017).

En la enseñanza universitaria, estas aplicaciones han demostrado ser útiles en cursos de química orgánica y bioquímica, donde las representaciones gráficas tradicionales resultan insuficientes. La capacidad de manipular modelos en 3D mejora la comprensión espacial y fortalece la relación entre teoría y práctica experimental (Clark et al., 2021).

Los chatbots educativos constituyen otra de las innovaciones recientes impulsadas por la IA. Estos sistemas, programados para interactuar en lenguaje natural, ofrecen respuestas inmediatas a dudas frecuentes, guían al estudiante en la resolución de problemas y proporcionan ejemplos prácticos relacionados con los contenidos del curso. Para Luckin et al. (2023), los asistentes virtuales no reemplazan la figura del docente, sino que amplían el acceso al apoyo académico, ofreciendo ayuda fuera del horario de clases y reduciendo la sensación de aislamiento en el aprendizaje autónomo.

En la enseñanza de la Química, estos asistentes pueden responder consultas sobre nomenclatura química, cálculo de masas molares o predicción de productos en reacciones, lo que contribuye a reforzar la práctica diaria del estudiante. Además, la integración de chatbots en plataformas de mensajería comúnmente utilizadas por los jóvenes aumenta la accesibilidad y la interacción constante con el contenido académico (Holmes et al., 2019).

Si bien las herramientas descritas muestran un gran potencial, es importante reconocer las limitaciones que aún presentan. La dependencia de la conectividad a internet, los costos asociados a licencias de software y la brecha digital en países en desarrollo constituyen barreras relevantes. Asimismo, existe el riesgo de que los estudiantes adopten una actitud pasiva frente a la tecnología, confiando excesivamente en los sistemas inteligentes y reduciendo su esfuerzo cognitivo (Selwyn, 2019).

Desde una perspectiva ética, también se plantean preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos generados por los estudiantes y la transparencia de los algoritmos empleados. La UNESCO (2021) ha señalado la necesidad de establecer marcos regulatorios claros que garanticen el uso responsable de estas tecnologías, asegurando que la integración de la IA en la educación no profundice desigualdades ni genere sesgos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Desarrollo de habilidades para la integración de la IA en la enseñanza de la Química

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de la Química no solo introduce innovaciones tecnológicas, sino que también transforma los procesos pedagógicos que sustentan la construcción del conocimiento científico. Desde una perspectiva didáctica, la IA se presenta como un catalizador que redefine la interacción entre estudiante, docente

y contenido, generando un ecosistema de aprendizaje más dinámico, adaptativo y centrado en el sujeto que aprende. De acuerdo con Selwyn (2019), el verdadero potencial de la IA en educación radica en su capacidad para reorganizar las prácticas pedagógicas, promoviendo escenarios en los que la instrucción deja de ser lineal y homogénea, para convertirse en un proceso flexible y diferenciado.

En la enseñanza de la química, disciplina caracterizada por su complejidad conceptual y experimental, esta transformación adquiere especial relevancia. Las herramientas de IA permiten representar visualmente conceptos abstractos como la geometría molecular, las interacciones intermoleculares o los mecanismos de reacción, facilitando que los estudiantes construyan modelos mentales más claros y duraderos. Según Clark et al. (2021), los sistemas basados en IA, como simuladores interactivos y laboratorios virtuales, no solo enriquecen la comprensión conceptual, sino que también contribuyen al desarrollo de habilidades de resolución de problemas en entornos controlados y seguros. Este enfoque promueve una pedagogía activa, en la que el estudiante asume un papel más protagónico en la exploración del conocimiento.

Otro aspecto pedagógico relevante es la personalización del aprendizaje. La IA posibilita adaptar los contenidos y las actividades de acuerdo con el ritmo, los estilos de aprendizaje y las necesidades cognitivas de cada estudiante. Luckin et al. (2016) destacan que esta personalización se fundamenta en la capacidad de los algoritmos para analizar datos de desempeño, identificar dificultades y recomendar intervenciones específicas en tiempo real. En el ámbito de la química, esto implica que un estudiante que presenta dificultades en la comprensión de enlaces químicos pueda recibir recursos adicionales, como visualizaciones, ejercicios interactivos o tutorías automatizadas, mientras que otro con mayor dominio puede avanzar hacia desafíos de mayor complejidad. Esta diferenciación pedagógica favorece la inclusión y la equidad, al ofrecer respuestas más ajustadas a la diversidad del aula.

No obstante, el impacto pedagógico de la IA no está exento de desafíos. La literatura subraya el riesgo de que la excesiva dependencia en herramientas tecnológicas conduzca a una disminución del pensamiento crítico y de la capacidad de razonamiento autónomo (Holmes et al., 2019). En la enseñanza de la química, existe el peligro de que los estudiantes se limiten a manipular

simulaciones sin comprender los fundamentos teóricos que las sustentan. De ahí que el rol del docente siga siendo insustituible: su función consiste en guiar la reflexión, promover la problematización y garantizar que el uso de la IA se integre en un marco pedagógico que fomente la comprensión profunda y significativa.

Asimismo, la IA tiene el potencial de modificar el rol del docente, quien deja de ser un mero transmisor de conocimientos para convertirse en mediador, diseñador de experiencias y facilitador del aprendizaje autónomo. Según Luckin et al. (2023), este cambio de paradigma requiere que los educadores desarrollen competencias digitales, pedagógicas y éticas que les permitan seleccionar críticamente las herramientas disponibles y utilizarlas de manera coherente con los objetivos formativos. En el caso de la enseñanza de la química, el docente debe aprender a integrar simulaciones virtuales, sistemas de tutoría inteligentes o análisis de datos educativos dentro de estrategias didácticas que mantengan la coherencia con el currículo y potencien el pensamiento científico.

Por último, el impacto pedagógico de la IA se relaciona con la capacidad de fomentar aprendizajes colaborativos y conectados. Plataformas basadas en algoritmos inteligentes pueden facilitar el trabajo en grupo, proponiendo problemas auténticos de química y promoviendo la interacción entre estudiantes con distintos niveles de competencia. De acuerdo con Zawacki et al. (2019), estos entornos no solo promueven el desarrollo de competencias científicas, sino también de habilidades transversales como la comunicación, la colaboración y la creatividad, todas ellas fundamentales para la formación integral en el siglo XXI.

En síntesis, la IA transforma el aprendizaje de la química desde tres dimensiones pedagógicas fundamentales: la comprensión conceptual mediada por representaciones avanzadas, la personalización de la enseñanza según necesidades individuales y la redefinición del rol docente como mediador en contextos mediados tecnológicamente. Sin embargo, estos impactos deben gestionarse cuidadosamente para evitar riesgos de dependencia tecnológica o superficialidad en los aprendizajes. La clave radica en concebir la IA como un medio pedagógico y no como un fin en sí mismo, situándola al servicio de una educación científica crítica, inclusiva y orientada al desarrollo integral del estudiante.

Diagnóstico del estado actual de las habilidades docentes en IA

Para garantizar una implementación efectiva de la IA en la enseñanza de la Química, es fundamental evaluar el nivel de preparación de los docentes en el uso de estas tecnologías. Estudios recientes indican que la mayoría de los profesores de Química no han recibido formación específica en IA, lo que representa un obstáculo significativo para su integración efectiva en el aula (Wilson et al., 2023). Esta carencia formativa se traduce en un uso limitado de herramientas basadas en IA y en una resistencia al cambio metodológico, factores que pueden frenar la innovación educativa.

Investigaciones de Selwyn (2023) han revelado que, aunque los docentes perciben la IA como una tecnología con gran potencial pedagógico, muchos carecen del conocimiento técnico necesario para implementarla de manera efectiva. Esta brecha no solo afecta la enseñanza de la química, sino que también limita la capacidad de los docentes para diseñar experiencias de aprendizaje personalizadas y mediadas por IA. En este contexto, la alfabetización digital y el desarrollo de competencias tecnológicas emergen como elementos clave para la formación docente.

Las universidades y centros de formación docente han comenzado a incorporar cursos sobre IA en sus planes de estudio, pero aún existen desafíos en términos de capacitación práctica y acceso a recursos tecnológicos adecuados (Fischer et al., 2023). Según Goel y Polepeddi (2021), la falta de formación práctica en IA impide que los docentes comprendan sus aplicaciones en contextos reales de enseñanza, lo que refuerza la necesidad de programas educativos que combinen teoría con experiencias de aprendizaje activo.

Para abordar estas limitaciones, es imprescindible desarrollar estrategias de formación continua que integren tanto los fundamentos teóricos de la IA como su aplicación práctica en el aula. Según Zawacki-Richter et al. (2022), el diseño de programas de capacitación personalizados, ajustados a las necesidades y niveles de competencia de los docentes, puede facilitar la transición hacia modelos educativos más tecnológicos y eficientes. Además, una evaluación periódica del estado de las habilidades docentes permitirá detectar fortalezas y debilidades, asegurando que los educadores estén preparados para enfrentar los desafíos de la educación digital.

Es decir, el diagnóstico del nivel de preparación docente en IA es un paso crucial para garantizar su integración efectiva en la enseñanza de la química. La falta de formación específica y la brecha tecnológica deben ser abordadas con programas de capacitación estructurados, que incluyan formación técnica, prácticas aplicadas y acceso a herramientas innovadoras. De esta manera, se podrá aprovechar el potencial de la IA para transformar la enseñanza y mejorar los procesos de aprendizaje en las ciencias. Para identificar el estado actual de las habilidades docentes para integrar las IA en la enseñanza de la Química, se elabora y aplica el siguiente instrumento, con el objetivo de evaluar el nivel de conocimiento, habilidades y disposición de los docentes para integrar herramientas de IA en la enseñanza de la Química. En las instrucciones se detalla la necesidad y cómo los docentes deben ir respondiendo cada pregunta según su nivel de conocimiento y experiencia.

El cuestionario utilizado fue aplicado a ocho profesores de Química de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades (FCSH) de la Universidad de Namibe (UNIMBE). En el procesamiento de datos, las respuestas son analizadas para identificar patrones en la preparación y uso de IA por parte de los docentes:

1. Nivel de conocimiento sobre IA aplicada a la educación

Siete docentes (87,5 %) seleccionaron la opción a) Nulo (No tengo conocimientos sobre IA). Un docente (12,5 %) indicó la opción c) Intermedio (Ha utilizado algunas herramientas de IA en la enseñanza). Esto sugiere una falta generalizada de formación en IA dentro del grupo.

2. Formación específica sobre IA en educación

Siete docentes (87,5 %) indicaron a) No, nunca. Un docente (12,5 %) señaló b) Sí, en cursos informales o autodidacta. La ausencia de formación formal es un factor limitante para la integración de la IA en el proceso de enseñanza.

3. Herramientas de IA utilizadas en la práctica docente.

Siete docentes (87,5 %) seleccionaron la opción e) Ninguna. Un docente (12,5 %) indicó el uso de b) Simulaciones y laboratorios virtuales (Ej.: ChemCollective, PhET). Existe una brecha en el uso de herramientas IA, con muy pocos docentes explorando su aplicación en el aula.

4. Frecuencia de uso de herramientas de IA en la enseñanza de la Química.

Siete docentes (87,5 %) marcaron a) Nunca. Un docente (12,5 %) seleccionó b) Rara vez (una o dos veces al año). El uso de IA en la enseñanza es prácticamente inexistente entre los encuestados.

5. Principales desafíos para integrar la IA en la enseñanza.

Siete docentes (87,5 %) seleccionaron a) Falta de formación sobre IA. Seis docentes (75 %) indicaron c) Falta de infraestructura y recursos tecnológicos. La falta de conocimiento y la carencia de recursos tecnológicos son las principales barreras identificadas.

6. Percepción sobre la IA en la enseñanza de la Química

Cinco docentes (62,5 %) indicaron b) Sí, pero con ciertas limitaciones. Tres docentes (37,5 %) seleccionaron c) Sí, la IA facilita el aprendizaje y la experimentación. A pesar del poco uso, hay una percepción positiva sobre el potencial de la IA en la enseñanza de la Química.

7. Preparación para evaluar el impacto de la IA en el aprendizaje de los estudiantes.

Seis docentes (75 %) seleccionaron a) Nada preparado. Dos docentes (25 %) indicaron b) Poco preparado. Existe una gran inseguridad sobre cómo medir el impacto de la IA en el aprendizaje.

8. Interés en recibir capacitación sobre IA en la enseñanza de la Química.

Seis docentes (75 %) indicaron c) Sí, a través de talleres y cursos cortos. Dos docentes (25 %) seleccionaron d) Sí, mediante programas académicos certificados. Existe un alto interés en recibir formación, principalmente a través de talleres prácticos.

Los resultados del instrumento (figura 1), evidencian una baja alfabetización digital en IA entre los docentes de química de la FCSH, con falta de formación específica y ausencia de uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza. Sin embargo, hay una actitud positiva hacia la IA y un interés significativo en capacitarse en esta área.

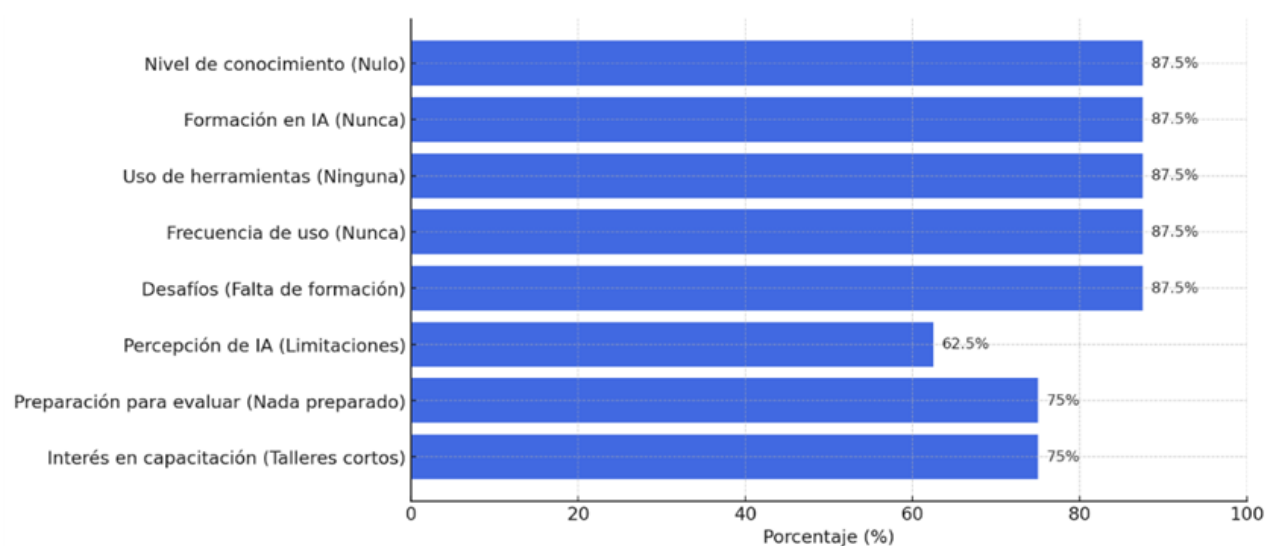


Figura 1

Representación gráfica de los resultados del instrumento sobre uso de IA en la Enseñanza de la Química en la FCSH.

A partir de los resultados anteriormente obtenidos es que se concreta que la preparación de los docentes de Química de la FCSH para el desarrollo de habilidades en la utilización de la IA en la enseñanza, constituye una necesidad que contribuirá eficientemente en la mejoría de la calidad del proceso, por lo que se proponen además las siguientes recomendaciones: diseñar un programa de formación en IA educativa enfocado en Química, facilitar acceso a infraestructura y herramientas tecnológicas adecuadas e implementar estrategias de formación continua para garantizar la adopción efectiva de IA en el aula.

Conclusiones

Los resultados del diagnóstico aplicado a los profesores de Química de la Universidad de Namibe (UNIMBE) evidencian una falta significativa de conocimientos y habilidades en la utilización de herramientas de IA. La mayoría de los docentes no ha recibido formación específica en esta área, lo que limita su capacidad para implementar estrategias innovadoras de enseñanza.

Se reafirma que la IA ofrece múltiples beneficios para la educación química, como la personalización del aprendizaje, la optimización de la enseñanza de conceptos complejos mediante

simulaciones y la automatización de tareas pedagógicas. Sin embargo, su aprovechamiento efectivo depende de la capacitación y disposición de los docentes para incorporarla en sus prácticas.

La falta de infraestructura tecnológica, el acceso limitado a herramientas digitales y la resistencia al cambio fueron identificados como los principales obstáculos para la adopción de la IA en la enseñanza de la química. Estos factores dificultan la integración de nuevas metodologías y requieren una atención prioritaria en el diseño de estrategias de implementación. A pesar de la limitada experiencia con IA, los docentes manifestaron un alto interés en recibir formación en esta área, especialmente a través de talleres y cursos cortos. Esto indica una oportunidad para desarrollar programas de capacitación adaptados a sus necesidades y niveles de conocimiento.

Para la integración efectiva de la IA se recomienda diseñar e implementar programas de formación docente en IA aplicada a la enseñanza de la química, proveer infraestructura y recursos tecnológicos adecuados para la adopción de herramientas de IA, fomentar una cultura de innovación educativa que facilite la incorporación de la IA en la enseñanza y desarrollar estrategias de seguimiento y evaluación del impacto de la IA en el aprendizaje de los estudiantes.

Se considera que la implementación de la IA en la enseñanza de la química en la FCSH de la UNIMBE, representa una oportunidad clave para mejorar la calidad educativa. Sin embargo, su éxito dependerá de la inversión en formación docente, infraestructura tecnológica y estrategias de integración que permitan superar las barreras identificadas. La educación del futuro requiere de docentes preparados para utilizar la IA como una herramienta complementaria en su labor pedagógica, asegurando un aprendizaje más efectivo y adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Chen, H., Wang, W., Tang, Y., & Hu, J. (2020). Virtual laboratories in chemistry education. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5131-5145. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10257-2>

- Clark, D., Nelson, B., Sengupta, K., & D'Angelo, C. (2021). The use of artificial intelligence to improve student learning in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1545–1552. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01289>
- Fischer, S., Neumann, J., & Wagner, P. (2023). Teacher education and artificial intelligence: A systematic review. *Computers & Education*, 187, 104567. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104567>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2017). The role of models and modeling in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(1), 1-13. <https://doi.org/10.1002/tea.21360>
- Gilmer, J., Schoenholz, S. S., Riley, P. F., Vinyals, O., & Dahl, A. W. (2017). Neural message passing for quantum chemistry. *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*, 70, 1263-1272. <http://proceedings.mlr.press/v70/gilmer17a.html>
- Goel, A., & Polepeddi, L. (2021). AI literacy for teachers: A call to action. *Journal of Online Learning Research*, 7(3), 303-315. <https://doi.org/10.1017/jlr.2021.018>
- Holmes, W. (2022). The role of artificial intelligence in education: Is it really all about personalization? *Learning, Media and Technology*, 47(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1963032>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Report.pdf>
- Kumar, A., & Sharma, D. (2020). Adaptive learning platforms and student motivation in higher education. *Journal of Educational Technology Systems*, 48(4), 543-562. <https://doi.org/10.1177/0047239519895085>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, H. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Nesta. <http://www.nesta.org.uk/publications/intelligence-unleashed-argument-ai-education/>
- Luckin, R., et al. (2023). Reimagining the Future of Learning with AI. *International Journal*

of *Artificial Intelligence in Education*, 33(1), 1-20. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00305-6>

Selwyn, N. (2019). Should we be afraid of AI in education? *The Conversation*. <https://theconversation.com/should-we-be-afraid-of-ai-in-education-116347>

Selwyn, N. (2022). The problem with AI in education. *Teachers College Record*, 124(1), 1-28. <https://doi.org/10.1177/01614681221124403>

Selwyn, N. (2023). Teacher professional development for the age of artificial intelligence. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/21532974.2022.2152862>

Taber, K. S. (2018). The nature of the chemical concept. En A. Z. Clark & R. A. Duschl (Eds.), *The Cambridge Handbook of Science Education* (pp. 53-70). Cambridge University Press.

UNESCO. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376707>

Wilson, J., et al. (2023). Teacher preparation for AI integration in STEM education. *Journal of Teacher Education*, 74(2), 154-168. <https://doi.org/10.1177/00224871221146205>

Woolf, B. (2021). Intelligent tutoring systems for chemistry education. *Journal of Educational Psychology*, 113(3), 543-559. <https://doi.org/10.1037/edu0000676>

Zawacki-Richter, O., et al. (2019). Artificial intelligence in higher education: A scoping review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0155-2>

Zawacki-Richter, O., et al. (2022). Teacher training in AI: A systematic review. *Computers & Education*, 182, 104470. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104470>