

Fecha de presentación: noviembre, 2024

Fecha de aceptación: abril, 2025

Fecha de publicación: mayo, 2025

DE LA FISICOQUÍMICA MEDIADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL

TEACHING PHYSICAL CHEMISTRY MEDIATED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCEZayda Vanessa Herrera Cuadrado¹E-mail: zayda.herrera@epoch.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8158-1532>Juan Carlos Santillán Lima¹ *E-mail: carlos.santillan01@epoch.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5812-7766>Guido Patricio Santillán Lima²E-mail: psantillan@unach.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0743-9107>Jorge Luis Haro Avalos²E-mail: Jorge.haro@unach.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7751-0661>¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador.² Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Herrera Cuadrado, Z. V., Santillán Lima, J. C., Santillán Lima, G. P., & Haro Avalos, J. L. (2025). Enseñanza de la fisicoquímica mediado por inteligencia artificial. *Universidad y Sociedad* 17(3), e5159.

RESUMEN

Se realizó un estudio enfocado en la enseñanza de la fisicoquímica mediado por inteligencia artificial. Bajo una metodología de tipo documental bibliográfica, bajo la modalidad de revisión de textos científicos, entre artículos, publicaciones profesionales y tesis entre otros publicados en los últimos 5 años en las diferentes fuentes académicas como Pubmed, Scielo, Scopus entre otros, que permitieron la recolección de la información bibliográfica, dándose a conocer las diferentes opiniones de los autores sobre la enseñanza de la fisicoquímica mediado por la inteligencia artificial, que usaron para la investigación y dentro de la hermenéutica se explicó las diferencias y semejanzas de diferentes autores con rasgos similares en sus temas de estudio, con el objetivo caracterizar la enseñanza de la fisicoquímica mediado por la inteligencia artificial mediante una revisión de la literatura científica. Se tuvo en cuenta el proceso enseñanza aprendizaje de la disciplina en cuestión, la enseñanza basada en problema, utilidad de TIC entre otros aspectos de interés. Se concluyó que la aplicación de estrategias didácticas en los diferentes niveles educacionales en el aprendizaje de la fisicoquímica constituirá el mejoramiento de la comprensión, resolución de problemas, la indagación de conocimientos tanto a estudiantes como a docentes. La combinación de IA y educación ha abierto muchas oportunidades para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: Fisicoquímica, Aprendizaje, TIC, Inteligencia artificial.

ABSTRACT

A study was conducted focusing on the teaching of physical chemistry mediated by artificial intelligence. Using a documentary bibliographic methodology, the study involved the review of scientific texts, including articles, professional publications, and theses, among others, published in the last five years in various academic sources such as PubMed, SciELO, Scopus, and others. This approach facilitated the collection of bibliographic information, allowing the presentation of different authors' opinions on the teaching of physical chemistry mediated by artificial intelligence. Within the hermeneutic framework, differences and similarities among authors with similar research topics were analyzed.



The objective was to characterize the teaching of physical chemistry mediated by artificial intelligence through a review of scientific literature. The study considered aspects such as the teaching-learning process of the discipline, problem-based learning, the use of ICT, and other relevant factors. The study concluded that applying didactic strategies at different educational levels for learning physical chemistry improves comprehension, problem-solving, and knowledge inquiry for both students and teachers. The combination of AI and education has created many opportunities to enhance teaching and learning methods.

Keywords: Physical chemistry, Learning, ICT, Artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

Se plantea de una forma general que hoy existe a una sociedad de conocimiento, resaltándose la importancia de esta, sobre todo en lo relacionado con los descubrimientos recientes y sus aplicaciones frente a este escenario se espera que las instituciones educativas se conviertan en espacios de innovación permanente e integral, que participen activamente en la articulación de una nueva concepción de la sociedad (Santana-González, 2024).

En los últimos años la manera de impartir enseñanza en los diferentes niveles educacionales ha experimentado notables cambios, y uno de sus principales objetivos es el desarrollo de estrategias docentes centradas en el aprendizaje del estudiante (Fernández & Aguado, 2017).

En ese mismo orden de ideas la enseñanza de las ciencias constituye uno de los ejes fundamentales de los estudios en didáctica desde sus inicios en la década de los cincuenta hasta su consolidación a principios de los años noventa, teniendo como ejes de investigación predominante: las concepciones alternativas, las ideas intuitivas, preconcepciones, representaciones; resolución de problemas; prácticas de laboratorio; la evaluación y la formación de profesores, entre otras (Godoy, 2015).

Específicamente en el campo de la fisicoquímica los estudios se han visto encaminados a determinar las ideas previas, preconcepciones o concepciones alternativas de los estudiantes a la aplicación de las prácticas de laboratorio en los procesos de aprendizaje y al uso de unidades didácticas basadas en la resolución de problemas para la enseñanza de la fisicoquímica. Esta información constituye un eje valioso en el campo de la enseñanza de la fisicoquímica siendo de utilidad para conocer el pensamiento de los estudiantes y su disposición para el desarrollo de nuevos conocimientos.

Otra línea de investigación en didáctica de las ciencias gira en torno al desarrollo profesional de los profesores y específicamente en la construcción de conocimiento

didáctico apoyado en las nuevas visiones sobre la naturaleza de la ciencia de modo que favorezcan prácticas docentes innovadoras y pertinentes con las necesidades educativas contemporáneas, constituido a través del pensamiento de los profesores en relación a la reflexión de su misma praxis y el trabajo conjunto con sus estudiantes para el desarrollo del proceso de enseñanza (Santillan-Lima et al., 2017).

Flores-Vivar & García-Peñalvo (2023) manifiestan que el alumno pase a ser el auténtico eje de la educación y el profesor, un mediador o guía de dicho proceso. Los métodos de enseñanza-aprendizaje se destacan por su carácter práctico y operativo, a diferencia de las estrategias docentes, que se caracterizan por su carácter global y de coordinación de acciones a mediano y largo plazo. Por su parte, Moreno (2019), indica que las estrategias docentes tienen mayor alcance que los métodos de enseñanza-aprendizaje, y como parte de la estrategia docente es necesario seleccionar de forma armónica los métodos que implican acciones productivas en el aprendizaje para alcanzar los objetivos.

Revisiones realizadas de competentes autores hacen referencia a que el aprendizaje de la química presenta algunas dificultades. El acceso a la naturaleza de la química a través de tres niveles representados como los extremos de un triángulo y haciendo corresponder a cada uno de sus extremos con un nivel de acceso al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Jara & Ochoa, 2020):

- (1) nivel sensorial o perceptivo (nivel macroscópico),
- (2) nivel particulado o corpuscular: átomos, moléculas, iones (nivel microscópico o nanoscópico)
- (3) nivel simbólico.

En la física, hay tres niveles similares: el macro, el invisible (por ej., fuerzas, reacciones, electrones), y el simbólico (matemáticas, fórmulas, etc.).

Si cada uno de estos niveles de representación de la materia son representados en los vértices de un triángulo, entonces un enfoque totalmente macro está representado por la esquina macro del triángulo. Sin embargo, cuando el profesor presenta una experiencia y la interpreta por una ecuación química, el tratamiento se ubica en algún sitio representado a lo largo del lado del triángulo mostrado por los extremos macro-simbólico, en dependencia del énfasis dado. Consideraciones similares a la explicada anteriormente se aplican a los otros dos lados. En una situación de enseñanza (disolución del cloruro de sodio en agua) el profesor recorre, durante su discurso, a los tres niveles ubicándose en un punto del interior del triángulo (Cutrera, 2017).

El campo de la enseñanza no ha sido explorado profundamente en el área de la fisicoquímica, lo que constituye

la principal motivación del presente estudio, el cual se enfoca en la enseñanza de la fisicoquímica mediada por inteligencia artificial. La investigación sobre la enseñanza de la fisicoquímica mediada por la inteligencia artificial, ha motivado conocer algunos aspectos que deben ser considerados para enfrentar los desafíos acaecidos en la ciencia, con vista a la construcción de una cultura científica y tecnológica propositiva.

En ese sentido el objetivo de este artículo es caracterizar la enseñanza de la termodinámica mediada por la inteligencia artificial, a partir de una revisión de la literatura científica, para lo cual se han establecido dos objetivos específicos: conocer la enseñanza de la fisicoquímica e identificar la medición por parte de la inteligencia artificial con vista construcción de una cultura científica y tecnológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El artículo se realizó bajo una metodología de tipo documental bibliográfica, bajo la modalidad de revisión de textos científicos, entre artículos, publicaciones profesionales y tesis, publicados en los últimos 5 años en las diferentes fuentes académicas, como Pubmed, Scielo, Scopus entre otros, los cuales permitieron la recolección de la información bibliográfica, dándose a conocer las diferentes valoraciones de los autores sobre la enseñanza de la fisicoquímica mediada por la inteligencia artificial, que se mostraron en la investigación; y dentro de la hermenéutica se explicó las diferencias y semejanzas de diferentes autores con rasgos similares en sus temas de estudio.

La búsqueda y localización de las literaturas fue exhaustiva, y de nivel profesional, por la amplia indagación que tenía similitud al tema de revisión, una vez localizada las publicaciones se analizó cada una de las partes, los temas con mayor impacto se clasificaron para realizar una evaluación directa y más profunda a cada publicación, para luego extraer la información más relevante y realizar las comparaciones pertinentes.

Criterios de exclusión: No se tomaron en cuenta publicaciones opuestas al contenido del presente estudio o carentes de lógica. El presente artículo no debate conceptos, los analiza para alcanzar los objetivos propuestos; se excluyeron, además, publicaciones carentes de fundamentación científica y bases de datos referenciadas que se hayan obtenido por productos no investigativos.

Criterios de inclusión se tomaron en cuenta trabajos que contenían palabras referentes al título del presente trabajo de revisión, publicaciones que además de coincidir con los términos de investigación se encuentren en la línea de tiempo establecida. En la búsqueda de información se consideraron los términos, restringiendo la búsqueda según los resultados esperados y resultados previos en libros, revistas digitales y documentos en formato PDF. En la tabla 1 se pueden observar con mayor detalle los aspectos considerados para la selección de artículos utilizada en la presente investigación (Tabla1).

Tabla 1. Metodología.

Idioma	Español	Elemento	Desarrollo
Periodo	2001-2024 fisicoquímica, aprendizaje, TIC, inteligencia artificial	Participantes	Revisión exhaustiva de artículos, tesis, publicaciones que tengan relación con el tema de revisión.
Términos	Computación en la nube, evidencia digital, preservación de los datos, forense digital	Registro	Análisis de la información revisada y buscar resultados disponibles.
Recursos	Google Académico, Scielo y Scopus, tesis de maestría y doctorado, libros	Instrumentos didácticos	Recolectar la información mediante medios o instrumentos didácticos.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS-DISCUSIÓN

A continuación, se presenta un análisis previo de citas de los documentos de carácter institucional y teóricos básicos a nivel nacional relacionados con la enseñanza de la fisicoquímica, mediados por la inteligencia artificial.

Para esquematizar los resultados, se plantea responder a las siguientes preguntas:

¿Qué tipos de investigación se han desarrollado en el tema planteado? y Cuáles cómo se realizar la enseñanza de la fisicoquímica mediado por la inteligencia artificial?

Sobre la primera pregunta, en la tabla 2 se observa el tipo de estudio de cada investigación a las que se realiza la revisión bibliográfica, en el cual se demuestra que 5 estudios resultan de metodología cualitativa, 1 cuantitativos, mixto 2 y 6 artículos de revisión bibliográfica, dando un total de 40 estudios revisados.

Tabla 2. Tipo del Estudio.

Tipo de estudio	
Cualitativo	5
Cuantitativo	1
Mixto	2
Revisión Bibliográfica	6
Total	14

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se observan los estudios relacionados con el tema y revisados, sus autores, el tipo de metodología empleada y la población muestra a la cual se le efectúa la investigación.

Tabla 3: Tipo de estudios relacionados.

Investigación	Autores y Año	Tipo de estudio	Resultados
Caracterización de los modelos didácticos de dos profesores de educación superior en la enseñanza de la fisicoquímica	Delgado (2015).	Cualitativa	Los resultados apuntaron analizar las prácticas de enseñanza desarrolladas por dos profesores para la asignatura de fisicoquímica en los programas de licenciatura en química y de ingeniería química e instituciones de educación superior.
Aplicación del "Aprendizaje basado en problemas" (ABP) a la docencia de la asignatura Bioquímica en el Grado en Biología	Fresno & Sánchez (2013)	Cualitativo	Los resultados objetivos acerca de la idoneidad de este sistema, así como los procedentes de una encuesta realizada a todos los alumnos participantes para evaluar su grado de satisfacción.
Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior.	Montes de Oca & Machado (2011).	cualitativo	La investigación ofrece elementos teóricos esenciales que permiten asumir posiciones fundamentadas acerca de las estrategias docentes y los métodos de enseñanza-aprendizaje, lo que en ocasiones se aborda desde diversas posiciones, no siempre consistentes y con múltiples acepciones e interpretaciones.
Un análisis de la propuesta curricular para la materia escolar fisicoquímica. Propuesta de dimensiones didácticas.	Cutrera (2017).	Revisión bibliográfica	La investigación ayuda a la comunidad científica brindándole una mirada de las propuestas curriculares desde el conocimiento curricular, en tanto una de las dimensiones del conocimiento base profesional docente y desde la noción de niveles de representación de la materia.
Elementos del aprendizaje experimental basado en un problema para la enseñanza superior en Fisicoquímica.	La Cueva & Alquisira (2007).	Cualitativo	Los resultados muestran los elementos de aprendizaje basado en un problema para la enseñanza superior en Fisicoquímica.
Propuesta de enseñanza para la Fisicoquímica Computacional y Modelización Molecular en tercer año de Polimodal.	Villagra et al. (2005).	Cuantitativo	Se presentan los resultados preliminares de la experiencia, obtenidos luego de aplicar una nueva propuesta de enseñanza, destinada a la comprensión de la química. Tanto el marco teórico como la metodología empleada constituyen aportes originales al estudio de la química en contextos educativos que eran, hasta el momento, altamente tradicionales.

El papel de los experimentos en la enseñanza integrada de la Físicoquímica.	Romero & Blanco (2001).	Revisión Bibliográfica	En este estudio se realizó un análisis sobre que en las diferentes instituciones, países y culturas hay en general un consenso respecto de los temas que deben ser incluidos en los cursos de Físicoquímica, la enseñanza de esta materia afronta diversos problemas que son comunes, así los enfoques metodológicos y de comunicación empleados sean diferentes
La importancia de promover en el aula estrategias de aprendizaje para elevar el nivel académico en los estudiantes de Psicología.	Morales & Alfonso (2006).	Revisión bibliográfica	Según la bibliografía consultada en investigaciones realizadas sobre el tema se ha comprobado que los estudiantes con éxito difieren de los estudiantes con menos éxito en que conocen y usan estrategias de aprendizaje más sofisticadas que la pura repetición mecánica.
Aprendizaje basado en problemas (ABP) Estrategia metodológica y organizativa del currículum para la calidad de la enseñanza en los estudios de Magisterio.	Gálvez et al. (2006).	Revisión bibliográfica	Durante este estudio se realizó un acercamiento en marco del proyecto de innovación titulado docente en la Universidad Autónoma de Madrid titulado Estrategia metodológica y organizativa del currículum para la calidad de la enseñanza en los estudios de Magisterio
El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. Campo universitario, 1(2), 4-26.	Idoyaga et al. (2020).	Mixto	Entre los principales resultados obtenidos, se encuentran que los cursos de ciencias naturales se vieron especialmente interpelados en la necesidad de repensar y adaptar las estrategias de enseñanza para incorporar actividades experimentales en entornos digitales. Dentro de las alternativas existentes, los Laboratorios Remotos, laboratorios reales accesibles a distancia, se presentan como potentes innovaciones adecuadas al nivel superior
Educación en línea y las estrategias de enseñanza-aprendizaje en laboratorios de Físicoquímica.	Coronado, (2024).	Cualitativa	Este estudio se centra en analizar la perspectiva con relación a la educación en línea y las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas en los cursos de laboratorios de Físicoquímica I y II impartidos en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior	(Aguilar & Otuyemi, 2020)	Revisión bibliográfica	Según la bibliografía consultada en el presente estudio se vio la importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior
La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado.	Del Puerto & Esteban (2022).	mixto	Los resultados revelan que el alumnado percibe que la IA tiene un impacto positivo en el aprendizaje y se ven capacitadas para diseñar sus propios recursos educativos si cuentan con el apoyo y acompañamiento del profesorado universitario.
. Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación.	Jara & Ochoa, (2020)	Revisión bibliográfica	En este estudio se realizó una mirada del uso y efectos de la inteligencia artificial en la educación.

Fuente: Elaboración propia.

La revisión bibliográfica de estos artículos y publicaciones, permiten encaminar la investigación cumpliendo con los objetivos estipulados y dando a conocer todo lo relacionado con la enseñanza de la físicoquímica mediada por la inteligencia artificial, sus limitaciones, entre otros aspectos significativos, que son de utilidad para el lector de la comunidad científica.

En las últimas décadas, se ha criticado el aprendizaje tradicional porque no desarrolla las condiciones de dominio profesional. Los cambios sociales, económicos y tecnológicos están transformando los requisitos para ser competitivo. En estos momentos ser un profesional supone un conocimiento experto de cómo usar la tecnología, ser comunicativo, trabajar en equipo o grupo, y ser un especialista en un campo de conocimiento. Este aumento en los requerimientos profesionales, no sólo influencia los programas de entrenamiento en las empresas, sino también las expectativas

formuladas para la educación superior (LaCueva & Alquisira, 2007).

En el proceso enseñanza y aprendizaje las estrategias didácticas que se utilizan para el mejoramiento de la enseñanza ocupan un lugar muy importante en la enseñanza de la física y de la química y son generalmente puestas a prueba en el aula, en una clase de laboratorio o en un práctico de aula, siendo estos los lugares de realización de las actividades científicas. Una de las herramientas que se puede usar es la computadora. Por ello es de vital importancia que la enseñanza de las ciencias se vincule fuertemente a las tecnologías computacionales con las que todos los adolescentes de hoy están altamente familiarizados

Existe una tendencia generalizada en diferentes universidades del mundo que sugiere que no sólo debe cambiarse la forma de enseñar Físicoquímica, sino que deben revisarse los contenidos, y más aún, el enfoque o visualización global de los mismos; para el cumplimiento de lo planteado se debe contemplen tres clases de objetivos y contenidos en el currículo:

a) objetivos y contenidos conceptuales, es decir, conocimientos científico-técnicos necesarios para que las personas puedan desenvolverse en un mundo como el actual;

b) objetivos y contenidos procedimentales, que permitan aprender lo que es la disciplina de estudio y cómo se trabaja para razonar y resolver los problemas que ésta puede contribuir a resolver;

c) objetivos actitudinales con un fuerte contenido motivacional, donde se introduzca una dimensión “afectiva” que incentive el interés por la disciplina, su aprendizaje, y promueva una actitud crítica por la actividad científica (LaCueva & Alquisira, 2007).

Es importante señalar, además, que las estudiantes adquieran ciertos conocimientos básicos, relacionados con la actividad disciplinar particular, que en este caso es la Físicoquímica, así como también adquieran habilidades de pensamiento y resolución de problemas. Es entonces que se espera que los estudiantes aprendan a investigar, desarrollando su capacidad de análisis, de selección de información, de síntesis, dirección y liderazgo.

Los estudiantes frente a la disciplina de físicoquímica no son recipientes pasivos de información, sino que construyen activamente su conocimiento y habilidades a través de la con el ambiente y mediante la reorganización de sus propias estructuras mentales. La idea de que “el conocimiento es construido en la mente del aprendiz”, se puede desglosar en cinco postulados del constructivismo, que tendrán diferentes implicaciones en el trabajo de laboratorio:

1. El aprendizaje requiere actividad mental, que el individuo piense en y para qué está estudiando algo.
2. Las concepciones alternativas que el individuo ha construido para explicar el mundo afectan el aprendizaje.
3. El aprendizaje ocurre por insatisfacción con el conocimiento actual. Si no hay una motivación para el cambio, éste no ocurre.
4. El aprendizaje tiene un componente social. En un ambiente de grupos cooperativos, se fomenta la comunicación y clarificación de ideas.
5. El aprendizaje necesita aplicación. De esta manera se valora la trascendencia personal y social del conocimiento adquirido.

Estos postulados han llevado a la construcción de ambientes favorables al aprendizaje (LaCueva & Alquisira, 2007).

Entre los factores que tienen una influencia definitivamente negativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se pueden enunciar los siguientes.

- Una metodología orientada la transmisión y no a la creación de conocimientos.
- Una frecuente y desafortunada tendencia a mostrar esta ciencia como un tema terminado y en donde el contexto histórico, la investigación y el conocimiento nuevo no tienen lugar.
- La falta de integración entre teoría y práctica la falta de integración entre teoría y práctica.
- La ausencia de herramientas adecuadas.

En estas condiciones, el aprendizaje se reduce necesariamente a la memorización de un gran conjunto de definiciones y demostraciones que no tienen ninguna relación con la naturaleza o con la vida diaria, en medio de un aburrido proceso en el cual la creatividad, la curiosidad, la investigación y el conocimiento nuevo no tienen cabida.

Se impone la generación de un ambiente adecuado que estimule el cambio de actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje y la comprensión de la Físicoquímica.

Fernández & Aguado (2017), expresan que la Físicoquímica es una asignatura que no escapa a esta realidad, y, en general, sus contenidos se perciben como de escasa aplicación en el futuro, por lo que gran parte de los alumnos dirigen sus esfuerzos hacia un aprendizaje meramente superficial. Una de las consecuencias de esta situación es que los conocimientos adquiridos, luego se transfieren de modo deficiente al ciclo superior. Por tanto, se considera que si, además de impartir contenidos de forma tradicional, se promueve la integración teórico-práctica mediante la resolución de situaciones problemáticas similares a las del futuro laboral, se modificará la

percepción mencionada, lo que redundará en un contexto de aprendizaje más eficaz.

La experiencia que obtuvieron estos docentes en su investigación relacionada con el aprendizaje basado en problemas (ABP) constituye una estrategia metodológica que pretende estimular en los alumnos el deseo de saber, y se plantea como medio para adquirir conocimientos y aplicarlos para solucionar un problema real o ficticio dentro de la asignatura. El propósito de estudio es describir los resultados de una experiencia donde se emplea el ABP como complemento de la enseñanza tradicional en 3 cohortes de alumnos, demostrando en esta práctica educativa, que los alumnos otorgan una alta valoración cualitativa a la estrecha integración de contenidos teóricos y prácticos. A su vez, los logros cuantitativos grupales son muy alentadores, aun cuando el desempeño individual de los miembros de los grupos no se refleje de igual modo.

La adopción del ABP como complemento de la enseñanza tradicional es una inversión educativa que resulta fructífera al menos en el corto y mediano plazo, a pesar de la resistencia inicial de los estudiantes y del tiempo y esfuerzo que demanda a docentes y alumnos (Fernández & Aguado, 2017).

Aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la fisicoquímica

En la disciplina Fisicoquímica, el adecuar las prácticas a procesos totalmente virtuales ha sido un desafío tanto para docentes como estudiantes, quienes tienen que adaptar espacios virtuales para la enseñanza y aprendizaje de conceptos teóricos y prácticos. Dentro de este mismo contexto, algunos resultados de investigaciones previamente realizadas abordan el tema de los procesos de enseñanza aprendizaje en ambientes virtuales. Corrales (2022) menciona que, el desarrollo de la enseñanza en línea logra un aumento significativo en el aprendizaje de los profesores al integrar las TIC en el proceso formativo. A pesar de que se implementa en un momento de emergencia mundial como lo es el COVID-19, se logra adaptar la tecnología a los modelos de enseñanza y aprendizaje, generando una oportunidad de innovación y desarrollo en el tema educativo.

Según lo evidenciado anteriormente, la educación en línea ha experimentado un crecimiento significativo, siendo una alternativa cada vez más utilizada en la enseñanza de disciplinas científicas. En el campo de la fisicoquímica, específicamente en los laboratorios, se presentan grandes desafíos para lograr una experiencia de aprendizaje efectiva, fundamentalmente para la formación de estudiantes y profesionales en áreas científicas y tecnológicas. La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza aprendizaje, ha fortalecido la innovación y capacitación continua de docentes y estudiantes con el fin

de adaptarse a nuevas modalidades de estudio que fortalezcan y desarrollen habilidades tecnológicas.

Idoyaga et al. (2020), indican que los estudiantes consideran que trabajar en estos laboratorios fomenta el aprendizaje relacionado con el diseño experimental y la gestión de datos, mientras que los profesores reconocen que estos métodos facilitan el aprendizaje de procedimientos intelectuales y sensorio-motores. Además, se subraya la importancia de continuar investigando para integrar la actividad experimental en la enseñanza a distancia o en modalidades mixtas adecuado a los cambios en la era digital (Idoyaga et al., 2020).

Para Aguilar & Otuyemi (2020) los entornos virtuales son espacios que favorecen la comunicación entre los estudiantes, así como, la flexibilidad, el acceso, la interactividad y, sobre todo, un proceso formativo constante y efectivo. Los espacios virtuales se utilizan para mejorar el proceso de aprendizaje, promover el desarrollo de habilidades de comunicación interpersonal y complementar la educación, facilitando de alguna manera el seguimiento del aprendizaje presencial utilizando las herramientas necesarias para su aplicación.

En el caso de los laboratorios de Fisicoquímica, la utilización de entornos virtuales para el proceso formativo es considerada por los estudiantes y docentes como buena para la comprensión de contenidos, utilización de recursos interactivos, presentaciones, así como, evaluaciones para la medición del aprendizaje obtenido, sin embargo, la ausencia de prácticas presenciales e interacción ha afectado el proceso de enseñanza-aprendizaje y socialización.

Los sistemas educacionales a nivel global han tenido y tienen una preocupación y ocupación en los laboratorios presenciales. Se utilizan los simuladores virtuales como herramientas de aprendizaje ofrecen al estudiante un conocimiento de los procesos esenciales para la realización de las prácticas, así como, la facilidad de retroalimentación de contenidos y prácticas constantes, lo que genera un aprendizaje continuo en ambientes colaborativos e interactivos.

La integración de tecnologías avanzadas como simuladores virtuales se recomienda para mejorar la experiencia educativa. Este enfoque será crucial para afrontar los desafíos educativos de la actualidad, asegurando que todos los estudiantes tengan acceso a una educación de calidad que los prepare adecuadamente para sus futuras carreras (Coronado, 2024).

En síntesis, la integración de una modalidad virtual en la disciplina de la fisicoquímica ha llevado a una transformación significativa en la forma en que los estudiantes comprenden los conceptos prácticos de la materia, y los docentes adaptan nuevas metodologías de trabajo que fortalecen el proceso de enseñanza y aprendizaje

mediados por las TIC y la integración de entornos virtuales de aprendizaje.

La inteligencia artificial en los procesos educativos.

En la actualidad la población mundial cuenta con una infinidad de herramientas tecnológicas. La Inteligencia Artificial (IA) tiene un gran impacto en la vida cotidiana. Se utiliza en muchas aplicaciones de alto riesgo, como atención médica, negocios, gobierno, educación y justicia, lo que lleva a una sociedad más algorítmica (De La Cruz et al., 2023).

La Inteligencia Artificial (IA) ha evolucionado significativamente desde su origen en el ámbito tecnológico hasta su incorporación en la vida diaria. Ha generado tanto críticas sobre derechos de autor y autenticidad, como defensas que promueven su integración en la educación.

Hay estudios que defienden el empleo de la IA en el mundo educativo, tanto como herramienta estudiantil, como herramienta docente. El estudio de Ayuso & Gutiérrez (2022) con estudiantes de la asignatura de TIC Aplicadas a la Educación, del Grado en Educación Infantil de la Universidad de Extremadura, donde se les instruye de forma básica sobre IA, su origen, funcionamiento y usos prácticos en docencia, para luego evaluar sus opiniones acerca de este recurso. Los resultados muestran que, aunque la mayoría apreciaba su potencial, que puede facilitar la comprensión de conceptos y aumentar el rendimiento académico, lo consideraban algo complejo de aprender y utilizar, y que sería difícil que pudieran crear proyectos sin ayuda externa.

Informes como el de EDUCAUSE Horizonte Report de 2023 subrayan el gran potencial de la IA como herramienta educativa que puede ayudar a proveer de mayores recursos y una mayor flexibilidad y comodidad en la educación online, lo que puede enriquecer la educación en diversas modalidades (Ayuso & Gutiérrez, 2022; Pelletier et al., 2023) se analizan las respuestas ofrecidas por las participantes en el cuestionario diseñado ad hoc para este estudio y en su propio portfolio digital. Para las preguntas cerradas, de escala Likert, se calcularon estadísticos descriptivos y para las preguntas abiertas, se utilizó la técnica de análisis cualitativa de codificación. Los resultados revelan que el alumnado percibe que la IA tiene un impacto positivo en el aprendizaje y se ven capacitadas para diseñar sus propios recursos educativos si cuentan con el apoyo y acompañamiento del profesorado universitario. Finalmente, consideramos que es necesario revisar los planes docentes de las asignaturas del Grado de Educación Infantil para que contemplen el uso de la IA en el diseño del proceso de enseñanza del profesorado en formación inicial. Refiere Castrillón et al. (2020) que la inteligencia artificial puede ser aprovechada en el campo de la educación para mejorar el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes, para lograr esto, se pueden

emplear diversas tecnologías, como la realidad virtual, la realidad aumentada, los juegos, entre otras.

De la misma manera Barrios-Tao et al. (2021), manifiesta que estas herramientas permiten innovar en la estructuración de sus clases y prometen aplicaciones valiosas en el aula, por ejemplo, los profesores podrían crear mundos virtuales en los cuales los alumnos puedan explorar y viajar de manera inmediata (Barrios-Tao et al., 2021) prácticas educativas y vidas humanas, y sus desarrollos movilizan voces defensoras y detractoras. El objetivo es interpretar posibilidades, riesgos y oportunidades de la inteligencia artificial para los propósitos de la educación, mediante una hermenéutica analógica que establezca un equilibrio entre dos extremos interpretativos: univocidad y equivocidad. Los resultados indican impactos de la inteligencia artificial en la visión humanista, la autonomía, la equidad, la formación integral y el mismo derecho a la educación. Una comprensión equilibrada mitiga riesgos y aprovecha posibilidades de estos desarrollos para los propósitos educativos, con la visión de que aún están en proceso y demandan nuevas indagaciones. (Barrios-Tao et al., 2021).

En el campo de la educación, actualmente se está llevando a cabo un número significativo investigaciones sobre las aplicaciones de la IA en este ámbito. Las aplicaciones basadas en IA para la educación han experimentado un rápido crecimiento en todo el mundo y han tenido un impacto en las instituciones de educación universitaria de América Latina. Se están implementando algunas aplicaciones de la Inteligencia Artificial para mejorar los servicios de aprendizaje, ayudar a los profesores a brindar educación de calidad y apoyar el aprendizaje de los estudiantes (Shrivastava, 2023).

Se afirma que la inteligencia artificial ha demostrado su potencial para procesar grandes cantidades de datos y extraer información relevante, lo que ha dado lugar a avances significativos en la forma en que los seres humanos abordan el conocimiento y entornos educativos. La capacidad de personalizar los materiales de aprendizaje, las tareas y las evaluaciones según las necesidades e intereses individuales de cada estudiante ha mejorado drásticamente la eficacia del proceso de aprendizaje (De La Cruz et al., 2023).

Perspectivas de la IA en la Educación

Desde la Perspectiva docente

Se necesita un plan de alfabetización en IA para capacitar a los docentes, no sólo en habilidades técnicas sino también en el debate ético-filosófico. Esto implica la suposición de que la inteligencia artificial cambiará el papel de los docentes, esperando que se hagan cargo de la mayor parte del aprendizaje y la evaluación basados en

el conocimiento, lo que permitirá que este grupo se centre en los aspectos sociales de la educación.

Perspectiva investigadora

Crear iniciativas relevantes de IA aplicadas a este campo, pero, sobre todo, que sirva de plataforma para el intercambio de información, análisis e investigación sobre planes estratégicos, ideas y guías en las propuestas de regulaciones y normalización de un código ético de Inteligencia Artificial en/por/para la Educación (De La Cruz et al., 2023).

Perspectiva estudiantil

Los estudiantes están en el corazón del aprendizaje, por lo que la IA se está convirtiendo en un fermento para la reforma educativa a través de nuevos programas pedagógicos que pueden mayor énfasis en el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje ágil, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje autodirigido, mejorando así la calidad general de la educación. Para Flores & García (2023), los estudiantes deben desarrollar una nueva gama de competencias digitales en torno a temas como el procesamiento de información, el pensamiento computacional y el aprendizaje digital.

Perspectiva institucional Desarrollo de políticas públicas

En esta línea, resulta imprescindible abordar y desarrollar marcos de políticas consensuadas para regular y concienciar el uso ético de la IA en la educación. Esto debe pasar por el diseño y puesta en marcha de un Plan de Alfabetización Digital y de IA, considerando que el principal obstáculo para la adopción generalizada de tecnologías de IA es la falta de evidencia sólida sobre su eficacia y su impacto en los logros académicos de los estudiantes. De ahí que, resulte necesario mejorar la gobernanza, la accesibilidad y la confiabilidad de la IA, al igual que el desarrollo profesional de los docentes (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023).

Aportes de la IA a la Educación

Entre las numerosas aplicaciones de la IA en la educación se pueden destacar tres enfoques que están empujando a tener incidencia en la formación:

- Los agentes de software conversacionales inteligentes (chatbot).
- La creación de plataformas Online para el auto aprendizaje.
- La robótica educativa (De La Cruz et al., 2023).

En el primer caso de los agentes de software conversacionales inteligentes (chatbot) son una herramienta que actúan como profesor, estudiante o tutor en entornos virtuales de formación donde hace necesario una sincronización y acompañamiento del tutor el cual en su rol debe

ser el de atender las preguntas y consultas de los estudiantes (Moreno, 2019).

Plantea Arana (2021), que la educación basada en la web y en línea, tal y como se ha enumerado en diferentes estudios, ha pasado de limitarse a disponer de materiales en línea o en la web para que los estudiantes simplemente los descarguen, estudien y realicen tareas para aprobar.

Es preciso resaltar que la revolución de la tecnología de inteligencia artificial plantea una serie de interrogantes, desafíos y amenazas que la política pública debe abordar, de lo contrario, sus beneficios potenciales, pueden ser limitados.

CONCLUSIONES

La aplicación de estrategias didácticas en los diferentes niveles educacionales en el aprendizaje de la fisicoquímica constituye el mejoramiento de la comprensión, resolución de problemas, la indagación de conocimientos tanto a estudiantes como a docentes.

La integración en el uso de los contenidos y la IA en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Físicoquímica en los grados superiores constituyen un eje esencial para potenciar las habilidades y recursos cognitivos de los estudiantes en estas etapas evolutivas del desarrollo humano.

La combinación de IA y educación ha abierto muchas oportunidades para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje y se nutre de los conocimientos de los docentes, sus herramientas en el uso de las TIC y la vinculación que logren inculcar en los estudiantes para amenizar el aprendizaje e incorporar los elementos significativos de la educación a favor de la asimilación e incorporación de conocimientos lógicos en estos alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. R. I., & Otuyemi, E. O. (2020). Análisis documental: importancia de los entornos virtuales en los procesos educativos en el nivel superior. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 17, 57-77. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.485>
- Arana, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. *NNOVA UNTREF. Revista Argentina De Ciencia Y Tecnología*, 1(7). <https://www.revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/1107>

- Ayuso del Puerto, D., & Gutiérrez Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2). <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>
- Barrios-Tao, H., Díaz, V., & Guerra, Y. M. (2021). Propósitos de la educación frente a desarrollos de inteligencia artificial. *Cadernos de Pesquisa*, 51. <https://doi.org/10.1590/198053147767>
- Castrillón, O. D., Sarache, W., & Ruiz-Herrera, S. (2020). Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial. *Formación Universitaria*, 13(1), 93–102.
- Coronado, B. A. M. (2024). Educación en línea y las estrategias de enseñanza-aprendizaje en laboratorios de Físicoquímica. *Revista Científica Del Sistema De Estudios De Postgrado De La Universidad De San Carlos De Guatemala*, 7(1), 79–88. <https://revistasep.usac.edu.gt/index.php/RevistaSEP/article/view/230>
- Corrales González, Y. (2022). Percepción del profesorado de química de la transición al modelo de enseñanza en línea, durante la emergencia mundial debida al COVID-19. *Revista Educación*, 46(2), 39–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.4780>
- Cutrer, G. (2017). Un análisis de la propuesta curricular para la materia escolar físicoquímica. Propuesta de dimensiones didácticas. *Revista Electrónica Sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4(7). <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/666>
- Del Puerto, D. A., & Esteban, P. G. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 347-358. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331470794017/331470794017.pdf>
- Delgado Gómez, M. Á. (2015). *Caracterización de los modelos didácticos de dos profesores de educación superior en la enseñanza de la físicoquímica*. [Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c0d1408-04e5-46dd-8a6c-b653d9c67fc9/content>
- De La Cruz, M. A. T., Benites, E. M. M., Cachinelli, C. G. C., & Caicedo, E. V. A. (2023). Incidencias de la Inteligencia artificial en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 238–251. <https://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=detalles&numero=77&articulo=77-2023-08>
- Fernández, C. L., & Aguado, M. I. (2017). Aprendizaje basado en problemas como complemento de la enseñanza tradicional en Físicoquímica. *Educación Química*, 28(3), 154–162. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187893X2017000300154&script=sci_arttext
- Flores-Vivar, J.-M., & García-Peñalvo, F.-J. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar*, 31(74), 37–47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Fresno, A. M., & Sánchez, M. O. (2013). Licación del “Aprendizaje basado en problemas”(ABP) a la docencia de la asignatura Bioquímica en el Grado en Biología. *Reduca (Biología)*, 6(3).
- Gálvez, I. E., Redruello, R. A., Cerrillo, R., Gascón, de la H., de Miguel Badesa, S., García, M. C. G., & Serrano, M. P. (2006). Aprendizaje basado en problemas (ABP) Estrategia metodológica y organizativa del currículum para la calidad de la enseñanza en los estudios de Magisterio. *RIFOP: Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado: Continuación de La Antigua Revista de Escuelas Normales*, 57, 137-150. <https://www.redalyc.org/pdf/274/27411311007.pdf>
- Godoy, O. (2015). La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. In *Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/didactica_ciencias_y_su_relacion_con_historia_y_filosofia_ciencia.pdf
- Idoyaga, I., Vargas-Badilla, L., Moya, C. N., Montero-Miranda, E., & Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4–26.
- Jara, I., & Ochoa, J. M. (2020). Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación. *Sector Social División Educación. Documento Para Discusión Número, IDB-DP-00-776. BID*. <https://dx.doi.org/10.18235/0002380>
- LaCueva, A., & Alquisira, J. P. (2007). Elementos del aprendizaje experimental basado en un problema para la enseñanza superior en Físicoquímica. *Educación Química*, 18(3), 214–221. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/65951>
- Morales, D. G., & Alfonso, Y. M. D. (2006). La importancia de promover en el aula estrategias de aprendizaje para elevar el nivel académico en los estudiantes de Psicología. *Revista iberoamericana de Educación*, 40(1), 1-17. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2532>
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 7(14), 260–270. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades Médicas*, 11(3), 475–488. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1727-81202011000300005&script=sci_arttext

- Pelletier, K., Robert, J., Muscanell, N., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., & Grajek, S. (2023). *EDUCAUSE Horizon Report: Holistic Student Experience Edition*. EDUCAUSE. <https://www.educause.edu/horizon-report-holistic-student-experience-2023>
- Romero, C. M., & Blanco, L. H. (2001). El papel de los experimentos en la enseñanza integrada de la Físicoquímica. *Educacion Química*, 12(1), 46-49. <https://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66366>
- Shrivastava, R. (2023). Role of Artificial Intelligence in Future of Education. *International Journal of Professional Business Review*, 8(1), e0840. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i1.840>
- Santana-González Y. (2024). La inteligencia artificial, potencialidad o limitante en el estudio de la Enfermería en Cuba. *Revista Cubana de Enfermería*, 40, e6571. <https://revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/6571>
- Santillán-Lima, J., Molina, F., Rocha, C., Vásconez-Barrera, F., Guerrero, K., & Llanga-Vargas, A. (2017). *Las Redes Sociales como Herramienta Académica en las Universidades del Centro del País*. INVESTIGAR, 2(2) Quinta Edición, 38-42. <https://www.eumed.net/rev/atlanter/2017/09/redes-sociales-epoch.html>
- Villagra, S., Guidugli, S., & Masman, M. (2005). *Propuesta de enseñanza para la Físicoquímica Computacional y Modelización Molecular en tercer año de Polimodal*. I Congreso En Tecnologías de La Información y Comunicación En La Enseñanza de Las Ciencias. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22833>