

Uso del laboratorio virtual NeoAtomLab como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de la Tabla Periódica en estudiantes de Bachillerato.

Use of the NeoAtomLab virtual laboratory as a teaching strategy to strengthen the learning of the Periodic Table in high school students

MSc. Jimenez Campoverde Jima Alejandra

Investigador Independiente
jimajc_19@hotmail.com
orcid : 0009000751135211
Loja – Ecuador

MSc. Guaman Medina Karina Alexandra

U.E. Victor Mercante
kkaty09@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-1395-7306>
Loja – Ecuador

MSc. Sarmiento Japa Jenny Paola

U.E. Victor Mercante
paola.sarmiento@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0000-8623-2619>
Loja – Ecuador

Prof. Vera Vargas Yoisy Magaly

U.E. Victor Mercante
yoisy.vera@educacion.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0006-2246-1539>
Loja – Ecuador

Formato de citación APA

Jimenez, J., Guaman, K., Sarmiento, J. & Vera, Y. (2026). *Uso del laboratorio virtual NeoAtomLab como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje de la Tabla Periódica en estudiantes de Bachillerato*. Revista REG, Vol. 5 (Nº. 4), p. 2630 – 2651.

NEXO CIENTIFICO

Vol. 5 (Nº. 4). Octubre – diciembre 2026.

ISSN: 3073-1259

Fecha de recepción: 20-10-2026

Fecha de aceptación: 25-10-2026

Fecha de publicación: 31-12-2026



RESUMEN

La enseñanza de la Tabla Periódica constituye un componente fundamental para la comprensión de contenidos posteriores de Química; sin embargo, su aprendizaje presenta dificultades relacionadas con el carácter abstracto de conceptos como la estructura electrónica, las propiedades periódicas, la simbología y la clasificación de los elementos. Ante esta problemática, los laboratorios virtuales representan una alternativa para promover experiencias visuales, interactivas y participativas. El objetivo del estudio fue analizar la contribución del laboratorio virtual NeoAtomLab como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica. Metodológicamente, la investigación se desarrolló desde un enfoque mixto sustentado en el paradigma pragmático y mediante una intervención educativa con estudiantes de Primero de Bachillerato General Unificado. Para la recolección de información se emplearon observación participante, entrevista, encuesta, revisión documental y pruebas pretest y posttest. La propuesta se estructuró mediante el modelo ASSURE y posteriormente se compararon los resultados obtenidos antes y después de la utilización de NeoAtomLab, complementados mediante la triangulación de información cuantitativa y cualitativa. Los principales resultados evidenciaron una evolución favorable en el aprendizaje, acompañada de mayor motivación y una mejor comprensión de la estructura electrónica, las propiedades periódicas y la simbología química. Asimismo, las representaciones interactivas y tridimensionales facilitaron la visualización de contenidos abstractos y promovieron una participación más activa. Se concluyó que NeoAtomLab constituye una estrategia didáctica pertinente para fortalecer el aprendizaje de la Tabla Periódica, siempre que su implementación responda a una planificación pedagógica y a una adecuada mediación docente. Su principal contribución radica en integrar tecnología, visualización e interacción para favorecer un aprendizaje de la Química más comprensible y significativo.

PALABRAS CLAVE: laboratorio virtual, NeoAtomLab, Tabla Periódica, enseñanza de la Química, tecnología educativa.



ABSTRACT

The teaching of the Periodic Table is a fundamental component for understanding subsequent Chemistry content; however, its learning presents difficulties related to the abstract nature of concepts such as electronic structure, periodic properties, chemical symbols, and the classification of elements. In response to this problem, virtual laboratories represent an alternative for promoting visual, interactive, and participatory learning experiences. The objective of this study was to analyze the contribution of the NeoAtomLab virtual laboratory as a didactic strategy to strengthen the teaching-learning process of the Periodic Table. Methodologically, the research was conducted using a mixed-methods approach based on the pragmatic paradigm and an educational intervention involving first-year General Unified Baccalaureate students. Participant observation, interviews, surveys, documentary review, and pretest and posttest assessments were used to collect information. The intervention was structured according to the ASSURE model, and the results obtained before and after the use of NeoAtomLab were subsequently compared and complemented through the triangulation of quantitative and qualitative information. The main results showed favorable progress in learning, accompanied by increased motivation and a better understanding of electronic structure, periodic properties, and chemical symbols. Furthermore, interactive and three-dimensional representations facilitated the visualization of abstract content and promoted more active student participation. It was concluded that NeoAtomLab is a relevant didactic strategy for strengthening Periodic Table learning, provided that its implementation is supported by appropriate pedagogical planning and teacher mediation. Its main contribution lies in integrating technology, visualization, and interaction to promote more understandable and meaningful Chemistry learning.

KEYWORDS: virtual laboratory, NeoAtomLab, Periodic Table, Chemistry teaching, educational technology.



INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química constituye un componente fundamental de la formación científica, debido a que permite comprender la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia. Sin embargo, su aprendizaje presenta dificultades asociadas con el carácter abstracto de numerosos conceptos y con la necesidad de relacionar representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas. Esta situación adquiere especial relevancia durante el Bachillerato, etapa en la que los estudiantes abordan contenidos que requieren interpretar estructuras atómicas, configuraciones electrónicas, propiedades periódicas y relaciones entre los elementos químicos. En este escenario, la incorporación de recursos tecnológicos representa una alternativa para transformar conceptos difíciles de observar directamente en experiencias de aprendizaje visuales e interactivas.

La Tabla Periódica ocupa un lugar central dentro de este proceso, puesto que su comprensión permite establecer relaciones entre número atómico, configuración electrónica, grupos, períodos y propiedades físicas y químicas de los elementos. No obstante, su enseñanza puede convertirse en una actividad predominantemente memorística cuando se concentra en recordar nombres, símbolos, números atómicos o posiciones sin favorecer la interpretación de los patrones que explican su organización. La tesis tomada como fundamento para este artículo señala precisamente dificultades estudiantiles para reconocer, interpretar y visualizar elementos de la Tabla Periódica, particularmente sus símbolos, valencias y clasificación, situación que evidencia la necesidad de fortalecer este aprendizaje mediante recursos didácticos interactivos.

Ante esta problemática, las Tecnologías de la Información y la Comunicación adquieren relevancia como mediadoras del aprendizaje científico. Su incorporación posibilita complementar las explicaciones docentes mediante simulaciones, representaciones tridimensionales y escenarios de experimentación digital. La UNESCO (2023) sostiene que la tecnología educativa puede ampliar el acceso al conocimiento y ofrecer formatos de aprendizaje más atractivos, aunque su incorporación debe responder a objetivos pedagógicos definidos y mantener al estudiante en el centro del proceso educativo. En consecuencia, la innovación tecnológica no se justifica únicamente por la disponibilidad de herramientas digitales, sino por su capacidad para responder a necesidades concretas de aprendizaje.

Dentro de estas tecnologías se encuentran los laboratorios virtuales, entendidos como entornos digitales que posibilitan desarrollar experiencias de exploración, simulación y experimentación mediante la interacción con objetos y fenómenos representados virtualmente. Desde una perspectiva constructivista, estos recursos favorecen una participación más activa del estudiante,

quien puede observar, explorar, formular relaciones y construir progresivamente sus conocimientos. La literatura señala que los laboratorios virtuales de Química pueden generar resultados cognitivos superiores a medios pasivos de enseñanza y alcanzar resultados similares o incluso superiores a determinadas experiencias prácticas, especialmente cuando se integran como complemento de otras estrategias pedagógicas (Chan et al., 2021).

La evidencia científica reciente fortalece esta perspectiva. Campos Mera y Benarroch Benarroch (2024), mediante una revisión sistemática de investigaciones sobre laboratorios virtuales en ciencias experimentales en educación secundaria, identifican resultados positivos en la mayoría de las experiencias analizadas. De manera semejante, Guruloo y Osman (2023) encuentran un creciente interés por la integración de laboratorios y entornos de realidad virtual en la enseñanza de la Química, particularmente para contenidos relacionados con estructuras atómicas y moleculares, cuya naturaleza abstracta dificulta su representación mediante estrategias convencionales.

En el contexto de la enseñanza de la Química, estas herramientas poseen especial importancia porque permiten representar fenómenos y estructuras que no son directamente perceptibles. Los modelos tridimensionales y las simulaciones interactivas ofrecen oportunidades para explorar la organización atómica y molecular, relacionar variables y observar representaciones dinámicas. Estudios recientes sobre entornos virtuales inmersivos indican que este tipo de experiencias puede facilitar la comprensión de conceptos químicos fundamentales al hacer más accesibles contenidos abstractos e intangibles (Chua et al., 2024). De esta manera, el laboratorio virtual deja de concebirse únicamente como sustituto de instalaciones físicas y se configura como un recurso didáctico con posibilidades propias para la representación y comprensión del conocimiento científico.

En Ecuador, la pertinencia de estas herramientas también se relaciona con la necesidad de diversificar las estrategias empleadas para enseñar ciencias experimentales. La tesis que sustenta el presente artículo plantea que las dificultades para comprender la Tabla Periódica afectan la consolidación de conocimientos posteriores de Química, puesto que contenidos como formulación de compuestos, sales e hidrocarburos requieren conocimientos previos relacionados con los elementos químicos. Estudios desarrollados en el contexto ecuatoriano muestran, además, resultados favorables del uso de laboratorios virtuales en Bachillerato; por ejemplo, investigaciones recientes reportan mejoras en el aprendizaje y en la motivación estudiantil después de implementar estos recursos en contenidos químicos (Campos Mera & Benarroch Benarroch, 2024).

En este marco se sitúa **NeoAtomLab**, un laboratorio virtual concebido específicamente para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica. La propuesta integra una tabla

interactiva que permite diferenciar grupos, familias y períodos, además de incorporar información relacionada con configuración electrónica y representaciones tridimensionales de los átomos. Su planteamiento busca superar el uso de herramientas digitales limitadas a presentar información estática y favorecer, en cambio, la exploración de las características y relaciones existentes entre los elementos químicos.

La pertinencia pedagógica de NeoAtomLab se sustenta, por tanto, en la posibilidad de articular visualización, interacción y aprendizaje de contenidos químicos. Desde esta perspectiva, el estudiante no se limita a memorizar la posición de los elementos, sino que dispone de oportunidades para relacionar su ubicación con propiedades, estructura electrónica y comportamiento químico. La investigación original reporta que la implementación de NeoAtomLab se orienta precisamente a favorecer un aprendizaje interactivo, visual y significativo de contenidos como estructura electrónica, propiedades periódicas y simbología química.

A pesar del avance de los laboratorios virtuales, permanece la necesidad de analizar críticamente bajo qué condiciones estas tecnologías producen beneficios educativos. La literatura advierte que su efectividad depende del diseño instruccional, la mediación docente, las actividades propuestas y su articulación con los objetivos curriculares; además, todavía existen vacíos relacionados con la evaluación de resultados a largo plazo y con el desarrollo de determinadas habilidades científicas (Chan et al., 2021; Guruloo & Osman, 2023). Esta situación justifica continuar sistematizando evidencia acerca de herramientas específicas y de su contribución al aprendizaje de contenidos fundamentales de la Química.

En consecuencia, resulta pertinente desarrollar una revisión que permita integrar los aportes teóricos y empíricos recientes acerca de los laboratorios virtuales, la enseñanza de la Química y el aprendizaje de la Tabla Periódica, tomando a NeoAtomLab como eje de análisis. Esta aproximación permite valorar sus posibilidades pedagógicas no únicamente desde la innovación tecnológica, sino desde su capacidad para promover comprensión conceptual, participación activa, motivación y construcción significativa del conocimiento químico.

Por lo tanto, el objetivo principal del presente artículo es analizar, a partir de la revisión de la literatura científica publicada entre 2020 y 2026, la contribución del laboratorio virtual NeoAtomLab como estrategia didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica, considerando sus aportes a la comprensión de los elementos químicos, la visualización de conceptos abstractos, la motivación y la participación activa de los estudiantes.

MÉTODOS Y MATERIALES

La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, sustentado en el paradigma pragmático, debido a que se integraron procedimientos cuantitativos y cualitativos para analizar la contribución del laboratorio virtual NeoAtomLab en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica. La combinación de ambos enfoques permitió examinar tanto los cambios producidos en el aprendizaje de los estudiantes como sus percepciones y las observaciones realizadas durante la intervención educativa. En la investigación original se emplearon observación participante, entrevistas, encuestas y pruebas pretest y posttest, cuyos resultados fueron posteriormente triangulados.

El estudio se realizó durante el periodo académico correspondiente al desarrollo de las prácticas preprofesionales en una Unidad Educativa Particular del cantón Cuenca, Ecuador, específicamente en el área de Química del Bachillerato General Unificado. Inicialmente se observaron los procesos educativos desarrollados en primero, segundo y tercero de BGU, lo que permitió identificar dificultades relacionadas con el reconocimiento, interpretación y visualización de los elementos químicos. Posteriormente, la intervención se concentró en estudiantes de Primero de Bachillerato General Unificado, debido a que en este nivel se abordaron contenidos fundamentales relacionados con la Tabla Periódica.

La investigación respondió a un diseño de intervención educativa orientado al diagnóstico, diseño, aplicación y evaluación de una propuesta tecnológica. Se partió de la identificación de las dificultades existentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica y posteriormente se diseñó e implementó el laboratorio virtual NeoAtomLab. Para establecer los efectos de la intervención se compararon los resultados obtenidos antes y después de su aplicación mediante pruebas de entrada y salida, además de contrastarse la información procedente de instrumentos cualitativos y cuantitativos.

La población estuvo constituida por estudiantes de Bachillerato de la institución educativa seleccionada y la muestra correspondió a estudiantes de Primero de BGU participantes en el proceso investigativo. La selección respondió a un muestreo no probabilístico e intencional, determinado por la accesibilidad de los investigadores durante las prácticas preprofesionales y por la identificación previa de dificultades en el aprendizaje de la Tabla Periódica. Como criterio de inclusión se consideró la pertenencia al nivel educativo seleccionado y la participación en las actividades diagnósticas y de intervención desarrolladas durante el estudio.

Como variable o categoría principal se estudió el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica, mientras que la intervención pedagógica estuvo representada por la utilización del

laboratorio virtual NeoAtomLab. Para valorar el aprendizaje se consideraron aspectos vinculados con la identificación de elementos químicos, símbolos, ubicación en grupos y períodos, configuración electrónica, clasificación y propiedades periódicas. Estos componentes respondieron a las dificultades previamente observadas en los estudiantes, particularmente en el reconocimiento, interpretación y visualización de los elementos contenidos en la Tabla Periódica.

El procedimiento investigativo se organizó en diferentes momentos. En una primera etapa se realizó el diagnóstico inicial, mediante observación participante, entrevista a la docente, encuesta dirigida a los estudiantes y aplicación de un pretest. La información obtenida permitió reconocer los conocimientos previos, dificultades conceptuales, experiencias de aprendizaje y necesidades relacionadas con el estudio de la Tabla Periódica. Posteriormente, los resultados de los diferentes instrumentos fueron contrastados mediante un proceso de triangulación, con el propósito de establecer una interpretación integral del problema investigado.

En una segunda etapa se diseñó la propuesta de intervención pedagógica mediante el modelo instruccional ASSURE, utilizado para organizar la incorporación del recurso tecnológico al proceso educativo. La propuesta contempló el análisis de las características de los estudiantes, el establecimiento de objetivos de aprendizaje, la selección de medios y materiales, la utilización de los recursos, la participación activa del alumnado y la evaluación de los resultados. El diseño incluyó contenidos teóricos relacionados con la Tabla Periódica y la elaboración del laboratorio virtual como recurso para favorecer la interacción de los estudiantes con dichos contenidos.

NeoAtomLab se diseñó como un entorno digital interactivo destinado a superar la presentación exclusivamente estática de la información química. El laboratorio incorporó una Tabla Periódica interactiva mediante la cual los estudiantes pudieron diferenciar grupos, familias y períodos, consultar aspectos relacionados con la configuración electrónica y explorar representaciones tridimensionales de los átomos. De este modo, la propuesta buscó favorecer la exploración de los elementos y la comprensión de las relaciones existentes entre su estructura, ubicación y propiedades.

Durante la fase de aplicación se integró NeoAtomLab a las actividades de enseñanza de la Tabla Periódica. Los estudiantes interactuaron con el laboratorio virtual y desarrollaron actividades relacionadas con los contenidos previamente diagnosticados. La intervención priorizó la participación activa, la exploración de información química, la visualización de estructuras y la relación entre los conocimientos teóricos y las representaciones digitales disponibles en la herramienta.

Para la recolección de información se utilizaron la observación participante, la entrevista, la encuesta, la revisión documental y las pruebas pretest y posttest. La observación participante permitió

registrar el comportamiento, participación e interacción de los estudiantes durante las actividades. La entrevista aportó información desde la perspectiva docente, mientras que las encuestas permitieron recopilar las percepciones de los estudiantes. Las pruebas pretest y postest se emplearon para determinar las variaciones producidas en los conocimientos antes y después de la intervención. Estos instrumentos formaron parte explícita del procedimiento metodológico establecido en la investigación.

En la etapa final se evaluó la propuesta mediante observación participante, entrevista final a la docente, encuesta de satisfacción y aplicación del postest. Posteriormente se efectuó la comparación entre los resultados del pretest y postest, lo que permitió identificar las variaciones alcanzadas después de la implementación del laboratorio virtual. Finalmente, se realizó una triangulación de los resultados finales para contrastar la evidencia cuantitativa con la información cualitativa obtenida durante el proceso.

El tratamiento de los datos cuantitativos se realizó mediante procedimientos de estadística descriptiva, organizando las respuestas y puntuaciones obtenidas en frecuencias, porcentajes y comparaciones entre las mediciones efectuadas antes y después de la intervención. Los datos cualitativos derivados de las observaciones y entrevistas se organizaron de acuerdo con las categorías relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, la participación, la motivación y la utilización del recurso tecnológico. Posteriormente, ambas fuentes de información se integraron mediante triangulación metodológica.

Los principales hallazgos mostraron una evolución favorable después de la implementación de NeoAtomLab. La comparación entre las mediciones permitió identificar mejoras en el rendimiento del grupo que trabajó con el laboratorio virtual, acompañadas de una mayor motivación y una mejor comprensión de contenidos relacionados con la estructura electrónica, las propiedades periódicas y la simbología química. La triangulación de los resultados permitió establecer que la utilización del laboratorio virtual favoreció un aprendizaje más interactivo, visual y significativo.

En conjunto, el procedimiento metodológico permitió diagnosticar las dificultades iniciales, diseñar e implementar la intervención tecnológica y valorar posteriormente sus resultados. La integración de técnicas cuantitativas y cualitativas proporcionó diferentes fuentes de evidencia para analizar la contribución de NeoAtomLab al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica y permitió contrastar los cambios académicos con las percepciones y comportamientos observados durante la experiencia educativa.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La revisión y análisis de la información permitió identificar que la incorporación de laboratorios virtuales constituye una alternativa relevante para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, especialmente cuando se trabajan contenidos abstractos como la estructura atómica, la configuración electrónica, las propiedades periódicas y la organización de los elementos. En el caso de NeoAtomLab, los resultados obtenidos mostraron que la interacción con representaciones visuales y recursos digitales favoreció la comprensión de contenidos que inicialmente presentaban dificultades para los estudiantes. La investigación base reportó mejoras en el rendimiento académico, mayor motivación y una comprensión más favorable de la estructura electrónica, propiedades periódicas y simbología química después de la intervención.

Los hallazgos se organizaron en cuatro tendencias principales: comprensión conceptual de la Tabla Periódica, motivación y participación estudiantil, visualización e interacción con contenidos abstractos y contribución de los laboratorios virtuales como estrategia didáctica. Estas dimensiones evidenciaron que la utilidad pedagógica de NeoAtomLab no se limitó a la presentación digital de información, sino que estuvo vinculada con la posibilidad de establecer relaciones entre los contenidos químicos y sus representaciones visuales.

Tabla 1. Síntesis de los principales hallazgos relacionados con NeoAtomLab

Dimensión analizada	Hallazgo principal	Aporte al aprendizaje
Comprensión conceptual	Se evidenció una mejora en la comprensión de estructura electrónica, propiedades periódicas y simbología química.	Favoreció la construcción de conocimientos fundamentales para contenidos posteriores de Química.
Visualización	Las representaciones interactivas y tridimensionales facilitaron la exploración de elementos y átomos.	Permitieron aproximar al estudiante a conceptos que no pueden observarse directamente.
Motivación	Se identificó una mayor motivación durante la utilización del laboratorio virtual.	Incrementó la disposición del estudiante hacia las actividades de aprendizaje.
Participación	La interacción con el recurso favoreció una actuación más activa del alumnado.	Promovió exploración y participación durante el proceso educativo.
Rendimiento académico	La comparación de las mediciones realizadas antes y después de la intervención mostró resultados favorables.	Evidenció la contribución educativa de la intervención tecnológica.
Integración tecnológica	NeoAtomLab articuló contenidos químicos con recursos digitales interactivos.	Permitió complementar las estrategias habituales de enseñanza de la Tabla Periódica.

Fuente: Autor (2026), a partir de Tinizhañay Feijóo y Yupa Camas (2025).

Uno de los resultados más relevantes correspondió al fortalecimiento de la comprensión conceptual de la Tabla Periódica. El diagnóstico inicial identificó dificultades para reconocer, interpretar y visualizar información relacionada con los elementos químicos, particularmente símbolos, valencias y clasificación. Además, se determinó que estas limitaciones podían afectar contenidos posteriores, debido a que la Tabla Periódica constituye una base para el aprendizaje de formulación de compuestos, sales, hidrocarburos y otros temas propios de la Química.

Estos resultados respaldaron la necesidad de superar una enseñanza centrada exclusivamente en la memorización. La literatura analizada en la investigación señaló que el aprendizaje de la Tabla Periódica debía orientarse hacia la comprensión de su organización y de las relaciones existentes entre los elementos. Asimismo, se destacó que las simulaciones, modelos tridimensionales y otras herramientas interactivas permitían visualizar con mayor claridad las propiedades y relaciones de los elementos, favoreciendo un aprendizaje activo y significativo.

Otra tendencia relevante correspondió a la visualización de contenidos abstractos. La Química estudia fenómenos y estructuras que en numerosos casos no son perceptibles directamente, lo cual representa una dificultad para el estudiante. En la investigación analizada se estableció que las simulaciones interactivas y modelos tridimensionales podían contribuir a disminuir esta barrera al permitir observar y manipular representaciones de átomos, moléculas y otros fenómenos. En este sentido, NeoAtomLab presentó una ventaja pedagógica al integrar una Tabla Periódica interactiva con información sobre grupos, familias, períodos, configuración electrónica y representaciones tridimensionales de los átomos.

Tabla 2. Comparación de antecedentes analizados en la investigación

Autor(es)	Recurso	o Principales resultados	Relación con NeoAtomLab
Arroba y Acuario (2021)	Laboratorios virtuales en Química orgánica	Fortalecimiento de habilidades cognitivas y posibilidad de desarrollar prácticas sin riesgos.	Coincidió en el valor pedagógico de los laboratorios virtuales para la enseñanza de la Química.
Verastegui (2021)	Laboratorio virtual	Favoreció el aprendizaje por competencias en contenidos químicos.	Respaldó la utilización de entornos virtuales para fortalecer aprendizajes científicos.
Carchipulla y Guevara (2022)	Laboratorios virtuales en Bachillerato	Mejoras en rendimiento académico y satisfacción con el aprendizaje.	Presentó similitudes con los resultados favorables observados mediante NeoAtomLab.

Valera y Padilla (2022)	Enfoque tridimensional para la Tabla Periódica	Favoreció la identificación de patrones, el razonamiento y la comprensión de la estructura periódica.	Coincidió con NeoAtomLab en la importancia de representar visualmente los contenidos.
Sujono et al. (2023)	Laboratorios virtuales	Mejoras académicas y fortalecimiento de habilidades críticas y analíticas.	Sustentó la utilización del laboratorio virtual como estrategia activa.
Alhashem y Alfailakawi (2023)	Laboratorios virtuales en Química	Incremento de motivación e interés, aunque con limitaciones respecto al desarrollo de determinadas habilidades técnicas.	Permitió reconocer que los entornos virtuales complementan, pero no necesariamente sustituyen, todas las funciones del laboratorio convencional.
Chonillo (2024)	Herramienta digital interactiva	Mejoras en rendimiento y motivación en el aprendizaje de Química.	Respaldó el potencial de los recursos tecnológicos interactivos en Bachillerato.
Tinizhañay Feijóo y Yupa Camas (2025)	NeoAtomLab	Mejor rendimiento, motivación y comprensión de contenidos vinculados con la Tabla Periódica.	Constituyó el referente central del análisis.

Fuente: Autor (2026), con base en los antecedentes sistematizados por Tinizhañay Feijóo y Yupa Camas (2025).

Al comparar los estudios se identificó una tendencia coincidente respecto al efecto favorable de las tecnologías educativas en el aprendizaje de la Química. Arroba y Acuario (2021) destacaron que los laboratorios virtuales permitieron realizar prácticas sin riesgos y fortalecer habilidades cognitivas como atención, concentración y resolución de problemas. Por su parte, Carchipulla y Guevara (2022) reportaron efectos positivos tanto en el rendimiento académico como en la satisfacción de estudiantes de Bachillerato. La tesis utilizada como base sintetizó estos antecedentes y señaló que los laboratorios virtuales facilitaron la interacción con conceptos complejos y permitieron repetir experiencias sin determinadas limitaciones físicas y logísticas propias de los laboratorios convencionales.

Sin embargo, la literatura analizada no presentó resultados completamente homogéneos. Mientras diferentes investigaciones resaltaron beneficios académicos, motivacionales y cognitivos, Alhashem y Alfailakawi (2023) señalaron que los laboratorios virtuales no necesariamente generaron diferencias en la adquisición de determinadas habilidades técnicas frente a las prácticas convencionales. No obstante, reconocieron mejoras relacionadas con motivación, interés y participación. Esta diferencia resulta relevante porque evita considerar la tecnología como sustituto absoluto de las experiencias experimentales presenciales. En consecuencia, los resultados sugirieron

una función principalmente complementaria, en la que los entornos virtuales ampliaron las posibilidades de representación, exploración y práctica.

Desde esta perspectiva, uno de los aportes específicos de NeoAtomLab estuvo relacionado con su orientación hacia las necesidades particulares del aprendizaje de la Tabla Periódica. La herramienta no se planteó únicamente como un simulador general de Química, sino como un entorno destinado a explorar grupos, familias, períodos, configuración electrónica y representaciones tridimensionales de los elementos. Esta característica permitió vincular directamente la tecnología con las dificultades detectadas durante el diagnóstico inicial y constituye una diferencia frente a recursos digitales que solamente presentan datos generales de los elementos.

Tabla 3. Aportes y limitaciones identificados

Aspecto	Aporte identificado	Limitación o necesidad de investigación
Comprensión	Facilitó la relación entre estructura, ubicación y propiedades de los elementos.	Se requieren estudios que determinen la permanencia del aprendizaje a largo plazo.
Visualización	Permitió representar contenidos microscópicos y abstractos.	La representación virtual no sustituye todas las experiencias del laboratorio físico.
Motivación	Incrementó el interés hacia las actividades de Química.	Debe analizarse si la motivación se mantiene después de desaparecer el efecto de novedad tecnológica.
Participación	Favoreció la exploración activa de contenidos.	Su efectividad depende de la planificación y mediación docente.
Accesibilidad	Ofreció oportunidades de experimentación digital sin determinados riesgos físicos.	Requiere dispositivos, infraestructura tecnológica y competencias digitales.
Evaluación	Permitió comparar conocimientos antes y después de la intervención.	Conviene ampliar las muestras y aplicar diseños en diferentes contextos educativos.

Fuente: Autor (2026).

Los resultados también permitieron reconocer que la efectividad del laboratorio virtual no dependió exclusivamente de sus características tecnológicas. La revisión teórica de la investigación indicó que los laboratorios virtuales debían integrarse mediante estrategias organizadas de planificación, ejecución y evaluación. En este sentido, el recurso tecnológico adquirió significado pedagógico cuando estuvo articulado con objetivos de aprendizaje, actividades y procesos evaluativos. Por ello, NeoAtomLab fue incorporado mediante el modelo ASSURE, lo que permitió relacionar las características del estudiante, los objetivos educativos, los recursos seleccionados, la participación del alumnado y la evaluación de la intervención.

Desde una perspectiva crítica, estos resultados también revelaron limitaciones. La evidencia procedió de un contexto educativo determinado y se concentró principalmente en el rendimiento, comprensión y percepción de los participantes. Por consiguiente, la generalización de los resultados hacia otras instituciones, niveles educativos o poblaciones debía realizarse con precaución. Además, aunque las mediciones pretest y posttest permitieron reconocer cambios después de la intervención, resultaría pertinente desarrollar investigaciones longitudinales para establecer si los aprendizajes adquiridos mediante NeoAtomLab permanecen durante periodos más prolongados.

Otro aspecto que requiere profundización corresponde a la relación entre el laboratorio virtual y el laboratorio físico. Los resultados revisados respaldaron las ventajas de los entornos digitales para visualizar conceptos, repetir actividades y reducir determinados riesgos y limitaciones logísticas; sin embargo, no demostraron que estas herramientas pudieran reemplazar integralmente las experiencias prácticas convencionales. La evidencia analizada indicó que su mayor potencial se encuentra en la complementariedad entre tecnología, experimentación, explicación docente y metodologías activas.

En relación con el objetivo planteado en el presente artículo, los resultados permitieron sostener que NeoAtomLab constituye una estrategia didáctica con potencial para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica, particularmente por su capacidad para transformar contenidos abstractos en representaciones interactivas y visuales. Los hallazgos de la investigación original mostraron mejoras en rendimiento, motivación y comprensión de la estructura electrónica, propiedades periódicas y simbología química, mientras que los antecedentes revisados presentaron tendencias similares respecto a las posibilidades pedagógicas de los laboratorios virtuales.

En síntesis, el análisis mostró una tendencia favorable hacia la integración de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Química, pero también evidenció que sus resultados estuvieron condicionados por el diseño pedagógico, la infraestructura tecnológica, las competencias digitales y la mediación docente. NeoAtomLab aportó particularmente a la visualización, exploración y comprensión de la Tabla Periódica, mientras que las principales áreas pendientes se relacionaron con la evaluación longitudinal del aprendizaje, la aplicación en muestras más amplias, la comparación con otros laboratorios virtuales y la articulación entre experiencias virtuales y experimentales presenciales. Estos aspectos constituyen líneas relevantes para futuras investigaciones destinadas a determinar con mayor precisión el alcance educativo de esta tecnología.

DISCUSIÓN

Los resultados analizados permiten establecer que la incorporación del laboratorio virtual NeoAtomLab representa una alternativa pedagógica pertinente para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica. La principal contribución de esta herramienta se relaciona con la posibilidad de transformar contenidos químicos abstractos en representaciones visuales e interactivas que facilitan la participación del estudiante. Este aspecto adquiere relevancia debido a que, antes de la intervención, se identificaron dificultades para reconocer, interpretar y visualizar información vinculada con símbolos, valencias y clasificación de los elementos químicos. Tales limitaciones evidencian que la enseñanza de la Tabla Periódica requiere superar prácticas centradas predominantemente en la memorización y avanzar hacia estrategias que permitan comprender las relaciones existentes entre estructura, ubicación y propiedades de los elementos.

Los hallazgos obtenidos mediante NeoAtomLab guardan correspondencia con los antecedentes revisados en la investigación. Arroba y Acuario (2021) sostienen que los laboratorios virtuales ofrecen posibilidades para desarrollar prácticas de Química en ambientes seguros y favorecen habilidades cognitivas relacionadas con la atención, concentración y resolución de problemas. De manera similar, Carchipulla y Guevara (2022) identifican efectos positivos en el rendimiento académico y en la satisfacción de los estudiantes después de incorporar laboratorios virtuales en Bachillerato. Estas coincidencias permiten reconocer que la tecnología educativa no constituye solamente un recurso complementario para presentar contenidos, sino que puede convertirse en un medio para generar experiencias de aprendizaje más dinámicas cuando responde a objetivos pedagógicos claramente establecidos. Los antecedentes recogidos en la tesis respaldan esta tendencia favorable hacia el empleo de entornos virtuales en la enseñanza de la Química. Otro aspecto relevante corresponde a la visualización de conceptos abstractos. La estructura de los átomos, la configuración electrónica y determinadas propiedades periódicas no pueden observarse directamente en las condiciones habituales del aula, lo que puede dificultar la construcción de representaciones mentales adecuadas. Frente a esta situación, NeoAtomLab incorpora una Tabla Periódica interactiva y representaciones tridimensionales que permiten explorar grupos, familias, períodos y características de los elementos. Este resultado coincide con los planteamientos de Valera y Padilla (2022), quienes destacan las posibilidades de las representaciones tridimensionales para identificar patrones y comprender la estructura de la Tabla Periódica. Por consiguiente, el componente visual adquiere una función cognitiva y no únicamente estética, puesto que facilita establecer

relaciones entre conceptos que pueden resultar difíciles de interpretar mediante explicaciones exclusivamente verbales.

Asimismo, los resultados muestran una relación favorable entre la utilización del laboratorio virtual y la motivación estudiantil. La investigación base reporta mayor motivación y una mejor comprensión de la estructura electrónica, propiedades periódicas y simbología química después de la implementación de NeoAtomLab. Este hallazgo coincide parcialmente con Alhashem y Alfaiakawi (2023), quienes reconocen que los laboratorios virtuales incrementan el interés y la participación hacia la Química. No obstante, estos autores también advierten que los entornos virtuales no necesariamente producen mejores resultados que los laboratorios convencionales en todas las habilidades técnicas. Esta diferencia resulta importante porque permite adoptar una posición crítica frente al uso de la tecnología: la innovación educativa no debe interpretarse como sustitución automática de las prácticas presenciales, sino como una oportunidad para complementar y enriquecer las experiencias educativas.

Desde esta perspectiva, el aporte de NeoAtomLab reside especialmente en su especificidad didáctica. A diferencia de recursos digitales destinados únicamente a presentar información general sobre los elementos químicos, la herramienta se concibe para que el estudiante explore la organización de la Tabla Periódica y establezca relaciones con la configuración electrónica y otras propiedades. La investigación que sirve de fundamento al presente artículo señala que la propuesta surge precisamente ante las limitaciones observadas en simuladores que presentan información sin profundizar suficientemente en aspectos necesarios para comprender la organización periódica. En consecuencia, el valor del laboratorio no depende exclusivamente de su carácter digital, sino de la correspondencia existente entre sus funcionalidades y las dificultades de aprendizaje previamente diagnosticadas.

Sin embargo, la interpretación de estos resultados requiere considerar determinadas limitaciones. Los efectos positivos identificados se producen dentro de un contexto educativo particular y con una población específica, por lo que no resulta adecuado generalizarlos automáticamente a todos los niveles e instituciones. Asimismo, las mediciones realizadas antes y después de la intervención permiten identificar cambios inmediatos, pero no determinan por sí solas la permanencia de los aprendizajes a mediano y largo plazo. En futuras investigaciones sería conveniente ampliar el número de participantes, incorporar instituciones con diferentes condiciones tecnológicas y realizar evaluaciones posteriores que permitan establecer la estabilidad de los conocimientos adquiridos.

También resulta necesario profundizar en el papel del docente durante la implementación de estos entornos. El laboratorio virtual por sí mismo no garantiza un aprendizaje significativo; requiere planificación, orientación pedagógica, actividades estructuradas y procesos de evaluación coherentes con los objetivos propuestos. La literatura sistematizada en la tesis destaca precisamente que la organización, planificación, ejecución y evaluación de las estrategias didácticas son necesarias para lograr una integración adecuada de los laboratorios virtuales. Por ello, el éxito de NeoAtomLab debe entenderse desde la interacción entre tecnología, contenidos científicos, metodología y mediación docente.



CONCLUSIONES

La revisión realizada permitió concluir que la incorporación de NeoAtomLab como laboratorio virtual constituye una estrategia didáctica pertinente para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Tabla Periódica. Los hallazgos analizados evidenciaron que las principales dificultades de los estudiantes estuvieron relacionadas con el reconocimiento, interpretación y visualización de los elementos químicos, particularmente en aspectos como símbolos, valencias, clasificación y organización periódica. Estas dificultades confirmaron la necesidad de superar una enseñanza basada principalmente en la memorización e incorporar estrategias que favorezcan la comprensión de las relaciones existentes entre la estructura atómica, la ubicación de los elementos y sus propiedades.

Los resultados mostraron que NeoAtomLab aportó especialmente a la visualización e interacción con contenidos químicos abstractos. La integración de una Tabla Periódica interactiva, la diferenciación de grupos, familias y períodos, la información sobre configuración electrónica y las representaciones tridimensionales de los átomos permitieron aproximar al estudiante a contenidos difíciles de representar mediante metodologías exclusivamente expositivas. De esta manera, la herramienta tecnológica adquirió valor pedagógico al facilitar la exploración y relacionar las representaciones visuales con los fundamentos teóricos de la Química.

En cuanto a la relevancia y contribución al conocimiento, la literatura examinada permitió establecer una tendencia favorable hacia la utilización de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Química. Los antecedentes sistematizados coincidieron en señalar beneficios relacionados con la comprensión de contenidos complejos, la motivación, la participación y el rendimiento académico. La investigación de NeoAtomLab reforzó esta evidencia al reportar mejoras en la comprensión de la estructura electrónica, las propiedades periódicas y la simbología química, acompañadas de una mayor motivación estudiantil. Por consiguiente, el análisis realizado contribuyó a consolidar la idea de que los entornos virtuales pueden constituirse en mediadores efectivos entre los conceptos abstractos de la Química y las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Desde las implicaciones prácticas, los resultados respaldaron la incorporación de NeoAtomLab como recurso complementario dentro de las clases de Química, especialmente durante el abordaje de contenidos relacionados con la Tabla Periódica. Su aplicación puede favorecer escenarios de aprendizaje más visuales, interactivos y participativos, además de ofrecer oportunidades para explorar contenidos sin algunas de las limitaciones físicas y logísticas asociadas con los laboratorios convencionales. No obstante, los hallazgos también permitieron reconocer que la herramienta tecnológica no debe considerarse un sustituto absoluto del docente ni del laboratorio físico, sino un

recurso complementario cuya efectividad depende de una adecuada planificación pedagógica, objetivos de aprendizaje definidos y actividades que promuevan la participación activa.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos fortalecieron los planteamientos relacionados con el aprendizaje activo y constructivista, debido a que la interacción con el laboratorio virtual permitió situar al estudiante como participante en la exploración y construcción del conocimiento. La investigación base sostiene que estos entornos posibilitan que los estudiantes construyan aprendizajes mediante exploración y experimentación, además de favorecer la articulación entre teoría y práctica. En consecuencia, la tecnología educativa adquiere mayor significado cuando se integra dentro de una metodología coherente y no cuando se utiliza únicamente como elemento novedoso dentro del aula.

Asimismo, se concluyó que el aporte de NeoAtomLab estuvo relacionado con su especificidad para el aprendizaje de la Tabla Periódica. Su diseño respondió directamente a las dificultades identificadas en los estudiantes y buscó superar las limitaciones de recursos digitales que únicamente presentan información general de los elementos. Esta característica permitió vincular el contenido químico, la representación visual y la interacción tecnológica dentro de un mismo entorno educativo, favoreciendo una comprensión más integrada de la organización periódica.

A pesar de los resultados favorables, se identificaron aspectos que requieren mayor investigación. Las evidencias analizadas correspondieron a un contexto educativo específico, por lo que resulta necesario evitar generalizaciones hacia poblaciones con características diferentes. Además, las evaluaciones realizadas permitieron identificar cambios después de la intervención, pero no determinaron suficientemente la permanencia de los aprendizajes a largo plazo. Estas limitaciones muestran la necesidad de continuar generando evidencia empírica sobre el alcance pedagógico de NeoAtomLab y otros laboratorios virtuales.

Como líneas futuras de investigación, se propone desarrollar estudios con muestras más amplias y estudiantes pertenecientes a diferentes instituciones y niveles educativos; realizar investigaciones longitudinales que permitan evaluar la permanencia de los conocimientos adquiridos; comparar los resultados de NeoAtomLab con otros laboratorios virtuales, estrategias tradicionales y prácticas experimentales presenciales; y analizar su influencia sobre variables como pensamiento científico, resolución de problemas, autonomía, motivación y competencias digitales. También resulta pertinente estudiar las percepciones y competencias tecnológicas del profesorado, así como las condiciones de infraestructura necesarias para una implementación sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alhashem, F., & Alfailakawi, A. (2023). Technology-enhanced learning through virtual laboratories in chemistry education: Impact on pre-service teachers' engagement and understanding. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), Article ep474. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13739>
- Arce, M. P., García, D. G., & Erazo, J. C. (2021). Baamboozle como estrategia de enseñanza de la tabla periódica en estudiantes de tercero de secundaria. *EPISTEME KOINONIA. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 4(1), 77–87.
- Arias, F. (2023). El paradigma pragmático como fundamento epistemológico de la investigación mixta. Revisión sistematizada. *Educación, Arte, Comunicación: Revista Académica e Investigativa*, 12(2), 11–24. <https://doi.org/10.54753/eac.v12i2.2020>
- Arroba, M., & Acurio, S. A. (2021). Laboratorios virtuales en entorno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano. *Revista Científica UISRAEL*, 8(3), 73–93. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n3.2021.456>
- Botello, A. (2022). Laboratorios virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza en la carrera de Medicina. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 2654–2673.
- Carchipulla Altamirano, C. L., & Guevara Vizcaíno, C. F. (2022). Laboratorios virtuales para fortalecer el aprendizaje de la química en segundo de bachillerato. *Ciencia Digital*, 6(4), 137–154. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i4.2340>
- Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J.-L., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 31, 100724. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100724>
- Chonillo Sislema, L. O. (2023). La herramienta interactiva Liveworksheet como recurso didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de química. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 22, 85–99. <https://doi.org/10.37135/chk.002.22.05>
- Chonillo Sislema, L., Heredia Gavin, D., Chayña Apaza, J., Ramos Pineda, Z., & Sánchez Solórzano, J. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Revista Innova Educación*, 6(1), 71–88. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.005>



- Feria Ávila, H., Matilla González, M., & Mantecón Licea, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(3), 62–79.
- García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C., & Arce-Becerra, M. P. (2021). Impacto del uso de herramientas digitales en el aprendizaje químico: Un estudio cuasiexperimental. *EPISTEME KOINONIA*, 4(1), 87–97.
- Iriarte Pupo, A. J., Ortega Pérez, Y. D., & Estrada Soto, L. P. (2022). Estrategias didácticas basadas en laboratorios virtuales y presenciales en el aprendizaje de las leyes de Newton. *Assensus*, 7(12), 94–112. <https://doi.org/10.21897/assensus.2944>
- Luna, G., Nava, A., & Martínez, D. (2022). El diario de campo como herramienta formativa durante el proceso de aprendizaje en el diseño de información. *Zincografía*, 6(11), 245–264. <https://doi.org/10.32870/zcr.v6i11.131>
- Miranda Beltrán, S., & Ortiz Bernal, J. A. (2020). Los paradigmas de la investigación: Un acercamiento teórico para reflexionar desde el campo de la investigación educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(21). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.717>
- Muñoz, J. P. (2024). ¿El aire es materia? Desarrollo de las prácticas científicas para superar barreras en el aprendizaje de las ciencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, 36(1), 79–91. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v36.n1.45314>
- Ramos Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Sujono, R. N., Maryati, M., & Jumadi, J. (2023). Science virtual laboratory implementation to improve students' critical thinking skills: A content analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 190–195. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2810>
- Valera Flores, R. K., & Padilla Martínez, K. (2022). Comprendiendo el enfoque 3D (conceptos centrales [DCI's], conceptos transversales [CCC's] y prácticas científicas [SEP's]): Una propuesta de enseñanza para la química. *Educación Química*, 33(4).

CONFLICTO DE INTERÉS:

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles

FINANCIAMIENTO

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.



NOTA:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

