

Secuencia didáctica virtual para el aprendizaje autónomo de la estructura atómica en bachillerato

Virtual teaching sequence for independent learning of atomic structure in high school

Freddy Eduardo Santana Giler  <https://orcid.org/0000-0002-0324-0507>

Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Química, Portoviejo, Ecuador

E-mail: freddy.santana@utm.edu.ec

Hidian Osmin Avilés Alay  <https://orcid.org/0009-0001-4519-9725>

Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ciencias de la Educación, Portoviejo, Ecuador


E-mail: haviles2080@utm.edu.ec

Yohely Yuleisy Mendoza Saltos  <https://orcid.org/0009-0008-1680-9361>

Universidad Técnica de Manabí (UTM), Facultad de Ciencias de la Educación, Portoviejo, Ecuador

E-mail: ymendoza4159@utm.edu.ec

Editor responsable

Juan Ignacio Mereles  <https://orcid.org/0000-0001-7727-8500>. Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Educación a Distancia, San Lorenzo, Paraguay. E-mail: jimereles@facen.una.py

Como citar este artículo

Santana Giler, F. E., Avilés Alay, H. O., & Mendoza Saltos, Y. Y. (2026). Secuencia didáctica virtual para el aprendizaje autónomo de la estructura atómica en bachillerato. *Revista Paraguaya de Educación a Distancia (REPED)*, 7(1), 112-122. <https://doi.org/10.56152/reped2026-vol7num1-art9>

Resumen

La investigación aborda la aplicación de una secuencia didáctica aplicada en entornos virtuales empleando simulaciones educativas para el aprendizaje autónomo de la estructura atómica en la asignatura de Química de primero de bachillerato. La investigación se planteó como objetivo diseñar una secuencia didáctica en un entorno virtual para el aprendizaje autónomo de la estructura atómica. La investigación fue mixta, descriptivo y de campo, con enfoque no experimental. Como instrumentos se aplicó una entrevista al docente con la finalidad de conocer sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y una encuesta tipo test dirigida a los estudiantes, para medir el grado de satisfacción de las actividades propuestas, como también se identificaron los conocimientos adquiridos sobre los temas estudiados y actividades realizadas en el entorno virtual en la asignatura de Química. La muestra fue seleccionada de manera intencional y estuvo compuesta por 40 estudiantes y el docente que imparte la asignatura. Los resultados evidencian

Recibido: 25/08/2025

Aceptado: 22/01/2026



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>).

que el desempeño del docente se limita por no contar con recursos digitales y didácticos para abordar temas de estudios de alto grado de abstracción, que resultan complejos para los estudiantes y que mediante la aplicación de la secuencia didáctica virtual favoreció el aprendizaje de aspectos básicos sobre la estructura atómica. En definitiva, la aplicación de la secuencia didáctica proporciona un ambiente interactivo, motivador e innovador para la enseñanza de Química.

Palabras clave: enseñanza, aprendizaje, motivación, tecnología.

Abstract

The research addresses the application of a teaching sequence used in virtual environments employing educational simulations for autonomous learning of atomic structure in the first year of high school chemistry. The research aimed to design a teaching sequence in a virtual environment for autonomous learning of atomic structure. The research was mixed, descriptive, and field-based, with a non-experimental approach. The instruments used were an interview with the teacher to learn about the teaching-learning process and a multiple-choice survey for students to measure their degree of satisfaction with the proposed activities. The knowledge acquired on the topics studied and activities carried out in the virtual environment in the Chemistry course was also identified. The sample was selected intentionally and consisted of 40 students and the teacher who teaches the subject. The results show that the teacher's performance is limited by the lack of digital and teaching resources to address highly abstract topics, which are complex for students, and that the application of the virtual teaching sequence facilitated the learning of basic aspects of atomic structure. In short, the application of the teaching sequence provides an interactive, motivating, and innovative environment for teaching chemistry.

Keywords: teaching, learning, motivation, technology.

En el entorno actual, caracterizado por el rápido avance de la tecnología, es cada vez más esencial integrar herramientas innovadoras en los procesos educativos. Tal como lo expresan Miranda y Cajamarca (2022), los recursos digitales como imágenes, audios, libros digitales, simuladores y pizarras digitales son fundamentales en la educación actual. Estas herramientas no solo enriquecen el aprendizaje con contenidos interactivos, sino que también son esenciales para satisfacer las necesidades educativas de los estudiantes de manera eficaz en el entorno académico contemporáneo.

La sociedad desempeña un papel determinante en los procesos educativos, ya que el contexto sociocultural puede favorecer o limitar el uso de tecnologías y herramientas digitales. Factores como creencias religiosas, bajos niveles de inversión pública y condicionantes políticos inciden directamente en la incorporación de innovaciones tecnológicas, dado que las reformas educativas de cada país pueden potenciar o restringir la evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, Cuesta y Chamorro (2022) sostienen que la educación en Ecuador debe concebirse como un proceso dinámico y colaborativo, orientado a responder a las demandas cambiantes de la sociedad. Asimismo, los desafíos educativos actuales requieren soluciones colectivas, planificadas y contextualizadas.

El acelerado desarrollo tecnológico ha generado la necesidad de replantear las metodologías de enseñanza en el área de las Ciencias Naturales, particularmente en contextos de educación a distancia. En este sentido, la planificación didáctica mediada por simulaciones educativas se configura como una estrategia pedagógica pertinente para promover aprendizajes significativos y favorecer la comprensión de fenómenos científicos abstractos. Al respecto,

Ayón y Vítores (2020) sostienen que el uso de simuladores educativos contribuye a la transformación de los modelos pedagógicos tradicionales, al introducir dinámicas innovadoras que impactan especialmente en las instituciones públicas de la región, donde persisten prácticas de enseñanza convencionales.

Reza Flores (2024) expone que el bajo rendimiento académico en asignaturas tradicionalmente consideradas complejas, como la Química, se asocia de manera significativa con limitaciones en la formación pedagógica del profesorado, particularmente en el diseño e implementación de estrategias didácticas innovadoras mediadas por entornos virtuales de aprendizaje. Desde el enfoque constructivista y del aprendizaje significativo, el estudiante debe asumir un rol activo en la construcción del conocimiento; no obstante, persisten prácticas de enseñanza unidireccionales centradas en la transmisión de contenidos, con escasa integración de actividades prácticas contextualizadas y de recursos tecnológicos interactivos.

En el contexto de la educación a distancia, esta situación se acentúa, generando desinterés y baja motivación hacia la Química, lo que repercute negativamente en el rendimiento académico y puede derivar, a mediano y largo plazo, en rechazo hacia las ciencias, fracaso escolar y deserción estudiantil. Estudios recientes han mostrado que la educación virtual y la motivación académica están estrechamente relacionados, y que niveles más altos de motivación impulsan el compromiso y el rendimiento en ambientes virtuales educativos, especialmente cuando se considera la calidad de la interacción docente-estudiante (Sosa-Gutiérrez et al., 2024).

En la actualidad, la educación enfrenta el desafío de transformar sus prácticas pedagógicas con el fin de responder a las demandas de contextos de aprendizaje cada vez más dinámicos. En este marco, la incorporación de metodologías didácticas organizadas mediante secuencias didácticas contextualizadas constituye una estrategia clave para innovar en el proceso educativo y fortalecer el aprendizaje de los estudiantes. Al respecto, Montilla y Arrieta (2015) destacan que las secuencias didácticas promueven el aprendizaje significativo al incentivar la participación activa, creativa, crítica y reflexiva.

En concordancia con lo anterior, Aguas et al. (2023) indican que el uso de herramientas tecnológicas en la educación optimiza los procesos de enseñanza-aprendizaje al ofrecer nuevas formas de interacción, presentación de contenidos y colaboración entre estudiantes y docentes. Estas herramientas favorecen la participación estudiantil, fortalecen la comunicación pedagógica, facilitan el acceso a la información y permiten una mayor personalización del aprendizaje.

Dentro de este conjunto de recursos tecnológicos, los simuladores educativos destacan por su capacidad de facilitar la comprensión de conceptos científicos y la aplicación del conocimiento en situaciones nuevas. Los simuladores permiten a los estudiantes experimentar en entornos virtuales que, en muchos casos, resultan inaccesibles en el aula tradicional, favoreciendo la exploración y el aprendizaje seguro de fenómenos complejos. En la investigación científica y educativa contemporánea, la simulación ha adquirido un rol cada vez más relevante, incluso como alternativa a ciertos experimentos reales, al posibilitar la realización de prácticas de Química de forma segura en laboratorios virtuales (Contreras et al, 2010).

Asimismo, los simuladores constituyen herramientas útiles tanto para docentes como para estudiantes, ya que proporcionan materiales diferenciados que facilitan la mediación pedagógica y promueven la participación activa del alumnado. Cañar y León (2024) destacan que estas herramientas transforman la experiencia de aprendizaje, no solo por su componente tecnológico, sino por su integración complementaria con lecturas, demostraciones y actividades de resolución de problemas.

Entre los simuladores educativos disponibles, PhET se posiciona como una herramienta ampliamente reconocida en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Esta plataforma ofrece

una variedad de simulaciones interactivas en asignaturas como Química, Física, Biología, Ciencias de la Tierra y Matemáticas, permitiendo a los estudiantes explorar conceptos complejos de forma virtual y promover el análisis crítico y la discusión científica (Delgado et al., 2021).

El uso del simulador PhET favorece la estimulación del aprendizaje al situar al estudiante en el entorno interactivo y creativo, donde la experimentación virtual promueve la construcción activa del conocimiento. En este sentido, Pacheco et al. (2021) evidencian que la integración de simuladores PhET junto con actividades experimentales propicia aprendizajes más estructurados y profundos en torno a conceptos químicos, como el estudio de las soluciones.

PhET, desarrollado inicialmente como un proyecto de la Universidad de Colorado para la enseñanza de Física, ha ampliado su alcance a diversas disciplinas científicas. Gracias a su carácter interactivo y de acceso gratuito, esta herramienta ha permitido que estudiantes de todo el mundo comprendan conceptos científicos complejos de manera más activa y significativa, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico mediante la manipulación y el análisis de fenómenos científicos (Carrión et al., 2020).

En el contexto de la Unidad Educativa Fiscal 'XXXXX' se ha evidenciado un bajo rendimiento académico en la asignatura de Química en estudiantes de primer año de bachillerato, situación que se relaciona con la falta de interés, motivación y la aplicación metodologías tradicionalistas hacia la asignatura (Gómez-Zambrano & Perez-Iribiar, 2023). Este escenario pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras mediadas por la tecnología, como el uso de las simulaciones de PhET, que permitan a los estudiantes aprender de manera diferente a los enfoques tradicionales predominantes.

A partir de esta problemática se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo fortalecer el aprendizaje autónomo de la estructura atómica en estudiantes de Primero de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal “XXXXXX”?

En función de lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo diseñar una secuencia didáctica para entornos virtuales basada en la aplicación del simulador interactivo PhET para favorecer el aprendizaje autónomo de la estructura atómica y la comprensión de los conceptos atómicos en estudiantes de primer año de bachillerato

Asimismo, se pretende determinar si el empleo de una secuencia didáctica mediada en entornos virtuales y desarrollada con simulaciones contribuye a superar las dificultades conceptuales más frecuentes en este nivel educativo, tales como la comprensión de la evolución de los modelos atómicos, los antecedentes experimentales que sustentan las teorías atómicas y la identificación de las partículas subatómicas y su ubicación en la estructura del átomo, promoviendo un aprendizaje más activo, dinámico y significativo.

METODOLOGÍA

En la investigación se empleó un enfoque cuali-cuantitativo tal y como lo define Acosta Faneite (2023) “Un enfoque mixto o complementario combina de manera integrada tanto métodos cuantitativos como cualitativos en una misma investigación, permitiendo así obtener una visión más completa y enriquecedora del fenómeno estudiado”. Se implementó dicho enfoque para evaluar el conocimiento de los estudiantes de primero de bachillerato sobre la estructura atómica y la efectividad de una propuesta didáctica innovadora. Se combinaron métodos cualitativos y cuantitativos, llevándose a cabo la investigación en la Unidad Educativa.

Los datos cualitativos se recolectaron a través de una entrevista dirigida al docente, con el objetivo de comprender sus percepciones, opiniones y experiencias sobre la implementación de la secuencia didáctica en entornos virtuales. Este instrumento permitió obtener una visión

profunda sobre cómo la docente percibe la propuesta educativa y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se utilizó una guía de observación para registrar sistemáticamente las actividades, interacciones y comportamientos de los estudiantes en el desarrollo de la secuencia didáctica a través de las videoconferencias sincrónicas, proporcionando una evaluación detallada y contextualizada del proceso de enseñanza.

Por otro lado, se aplicó un pre-test y un pos-test mediante formulario de google form a los estudiantes para evaluar sus conocimientos previos sobre la estructura atómica y de esta forma medir el impacto de las actividades didácticas propuestas. Este instrumento permitió cuantificar los cambios en el aprendizaje de los estudiantes después de la implementación de la propuesta, proporcionando datos valiosos que permitieron analizar la efectividad de las actividades empleadas.

La población de estudio estuvo conformada por todos los estudiantes de primero bachillerato de la Unidad Educativa, correspondiente a 250 educandos. Sin embargo, para garantizar la profundidad del análisis, se seleccionó una muestra intencional de 40 estudiantes de primer año de bachillerato del paralelo “A” de la jornada vespertina, considerando un equilibrio de género y rendimiento académico.

La propuesta consistió en llevar a cabo una secuencia didáctica, que consistió en una serie de actividades sobre la estructura atómica utilizando el simulador PhET como herramienta tecnológica educativa. Las actividades estuvieron estructuradas en cinco fases distintas:

En la primera fase, mediante videoconferencias se ofreció una explicación detallada y contextualizada sobre la estructura atómica, proporcionando a los estudiantes el marco conceptual necesario para una comprensión sólida del tema. Para ello se preparó material de apoyo como diapositivas, videos, imágenes y el texto guía de donde se obtuvo la información de las teorías atómicas y sus referentes históricos.

En la segunda fase, se realizó la parte práctica-experimental mediante el uso del simulador, con el tema “Construcción de un átomo”. Esta fase permitió a los estudiantes visualizar de manera tridimensional y dinámica la estructura de un átomo, interactuar con conceptos complejos de manera didáctica y entretenida, y experimentar con diversas funcionalidades del simulador.

En la tercera fase, haciendo uso de la plataforma virtual se les ubicó una actividad práctica para consolidar el conocimiento adquirido por los estudiantes durante las fases anteriores. Para ello se plantearon los siguientes retos que debían responder haciendo uso de la simulación:

- Mueve 2 neutrones y 2 protones al centro del átomo, y ubica 2 electrones en la periferia de este. ¿Qué partícula permite reconocer al átomo con el cual estas trabajando? ¿Cómo se llama el átomo con el cual estas trabajando? Justifica tus respuestas.
- Los isótopos son grupos de un mismo elemento que tienen el mismo número atómico (Z), pero diferente masa atómica (A) debido a que presentan distintas cantidades de neutrones en su núcleo. También existen los isóbaros que presentan igual número másico (“pesan lo mismo”), pero distinto número atómico (son diferentes elementos). Forma dos grupos, el primero con tres isótopos eléctricamente neutros con $Z=1$ y el segundo dos isóbaros eléctricamente neutros con $A=4$ ¿Cómo lo harías? ¿Qué átomos son estos? ¿Qué diferencia existe entre los isóbaros y los isótopos? Puedes dibujar para argumentar tus respuestas.

En la cuarta fase, se organizó una actividad colaborativa, para ello se asignaron los grupos en el aula virtual, y se les agrega el enlace de acceso al simulador, en el modo que incluye tres niveles de juego interactivo. Los estudiantes se agruparon en equipos de cinco para llevar a cabo esta actividad, y se les proporcionó un video con la explicación exhaustiva sobre

el funcionamiento de cada juego. Los juegos fueron implementados para reforzar los conceptos sobre el átomo y su estructura de manera práctica y desafiante:

- Juego 1: A partir de la cantidad de protones proporcionada, los estudiantes debían deducir a qué elemento de la tabla periódica correspondía. Posteriormente, debían identificar si el elemento era un átomo neutro o un ión, resolviendo diversos problemas relacionados. El desempeño de los equipos en esta tarea se evaluó al final.
- Juego 2: En esta actividad, los estudiantes debían determinar el número másico de un elemento a partir del número de protones y neutrones dados. Además, se enfrentaban a problemas que requerían calcular la carga total del elemento. Cada equipo debía resolver estos problemas con precisión para recibir una calificación final.
- Juego 3: Este juego se enfocó en completar la información solicitada sobre un elemento, incluyendo la carga, el número másico y el número atómico. Los equipos debían identificar y registrar estos datos correctamente para obtener una calificación final basada en su rendimiento.

Estas actividades proporcionaron a los estudiantes una experiencia educativa enriquecedora, reforzando su comprensión de los conceptos de manera activa y participativa.

Finalmente, en la quinta fase, se llevó a cabo una evaluación teórico-práctica para consolidar y verificar el conocimiento adquirido por los estudiantes durante las fases anteriores de la secuencia didáctica, esta actividad consistió en un test que se implementó en el aula virtual, para ser desarrollada por los educandos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez aplicada la secuencia didáctica se analizaron los resultados obtenidos mediante la aplicación de una entrevista a la docente de la asignatura y un cuestionario que fue dirigido a los estudiantes.

Ante las preguntas planteadas a la docente se obtienen los siguientes criterios:

¿Sus clases son basadas en la enseñanza tradicional o emplea metodologías activas de aprendizaje?

R: En gran medida, son tradicionales, debido a la escasez de recursos en la institución educativa.

¿Utiliza el simulador PhET para impartir las clases de química?

R: No la he utilizado, porque desconozco la herramienta y sus usos.

¿Cree usted que el uso de actividades didácticas innovadoras favorece el aprendizaje de química?

R: Considero que la aplicación de actividades didácticas ayuda en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, porque les motiva ayudándoles a ser parte importante de su aprendizaje.

¿Considera importante el uso de herramientas tecnológicas en la química?

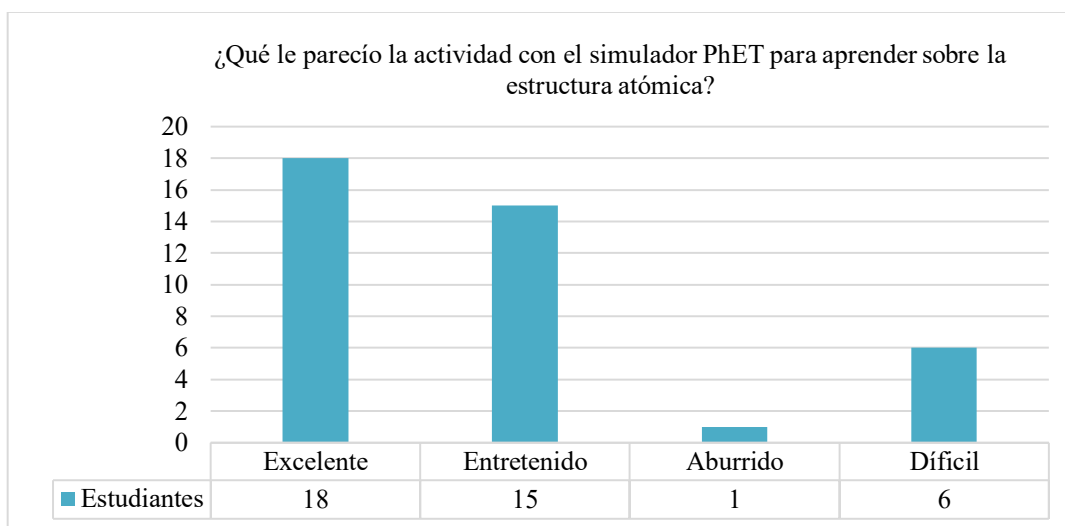
R: Creo que son fundamentales para el desarrollo futuro de la educación, porque actualmente vivimos en un mundo rodeado de tecnología. Aunque desde otra visión al no contar con el acceso de manera equitativa a estas herramientas, tendríamos estudiantes que se limitarían en su aprendizaje.

¿Cree usted que la utilización de secuencias didácticas con recursos tecnológicos como los simuladores para la enseñanza de química serían innovador?

R: Creo que sí, porque a pesar de no conocer los simuladores, hay muchas herramientas tecnológicas y digitales que fomentan una mejor interacción entre los docentes y los estudiantes, propiciando un aprendizaje más dinámico y motivador para los estudiantes.

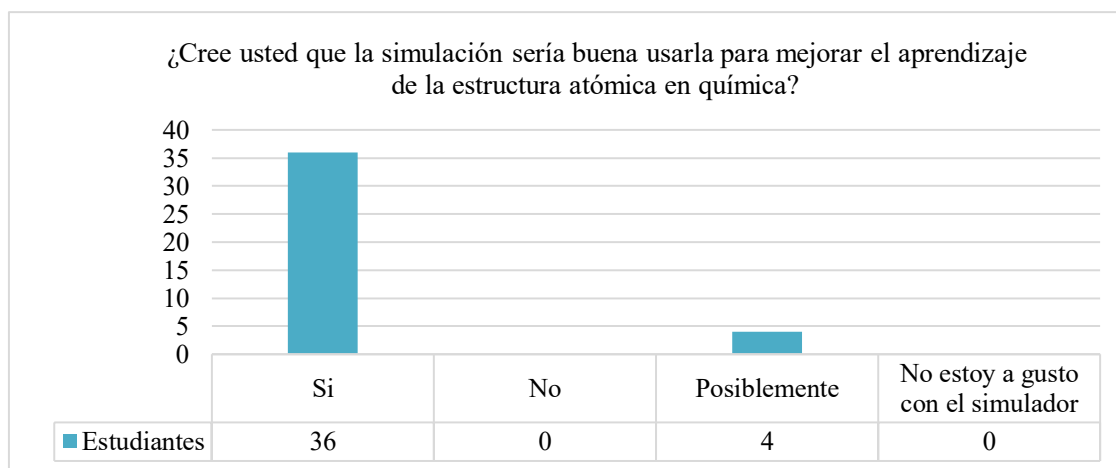
Complementariamente, como se mencionó en la quinta fase, se aplicó un cuestionario de cinco preguntas a los estudiantes, de las cuales dos de ellas estaban orientadas a verificar el impacto del simulador empleado como parte de las actividades de la secuencia didáctica, y las tres restantes enfocadas en medir el nivel de conocimiento adquirido por los educandos, previo desarrollo de las diferentes actividades; para lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 1. Apreciación del simulador



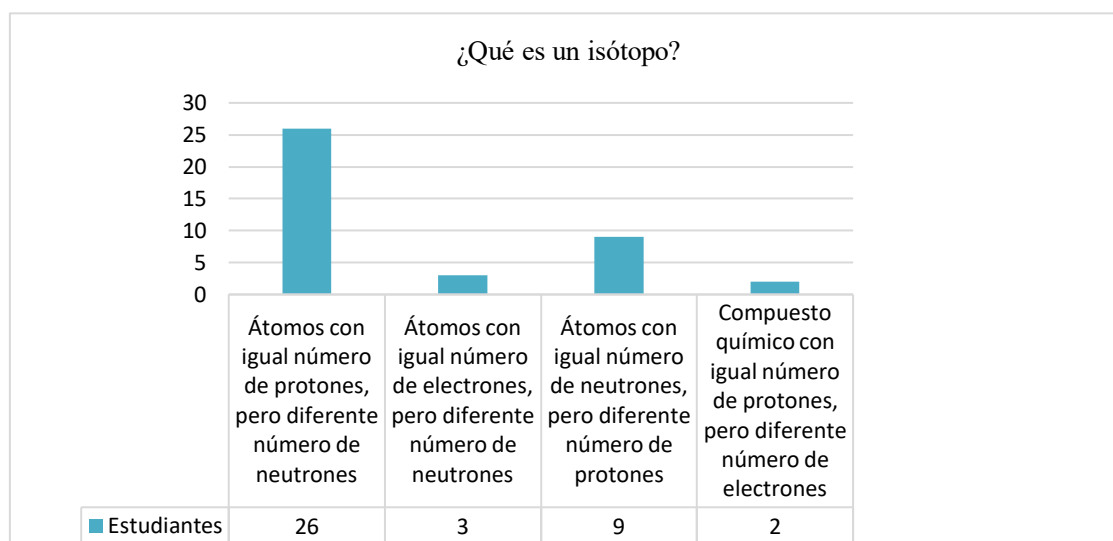
La Figura 1 muestra que la mayoría de los estudiantes encuestados tienen una opinión positiva sobre el simulador PhET como herramienta para aprender sobre la estructura atómica, los resultados muestran que a 18 estudiantes les parece excelente la idea del uso de PhET, a 15 estudiantes les parece entretenido, un estudiante encuentra aburrido el simulador y a seis les parece difícil de manejar. Por lo cual se puede expresar que, en la enseñanza de la química, el simulador destaca como una herramienta eficaz y atractiva, que favorece el aprendizaje y la participación activa de los estudiantes en su proceso formativo. Díaz (2017) destaca que mediante el uso de simulaciones PhET como una ilustración animada, se encontró que es más fácil comunicarse efectivamente con los estudiantes.

Figura 2. Uso de PhET en estructura atómica



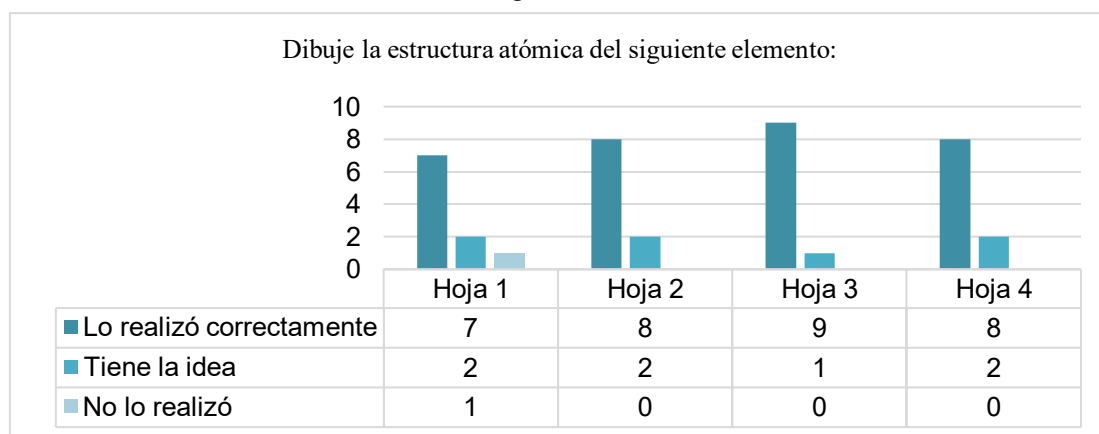
Como resultado de la pregunta, la mayoría de los estudiantes encuestados (Figura 2), equivalentes a 36, respondieron que si les gustaría seguir usando PhET en el aprendizaje de estructura atómica; y cuatro estudiantes respondieron que posiblemente les gustaría hacer uso de la simulación. Cabe destacar que la aceptación sobre el uso de PhET para este tipo de temas se debe a su fácil manejo y utilidad en la asignatura de química, especialmente en temas que resultan ser complicados de entender para los educandos. Bajo esta premisa, Sánchez (2021) destaca la simulación como una oportunidad para presentar los temas de una manera diferente a la comunidad educativa, por lo que se motivara por conocer aún más los contenidos que el docente mediador construye de manera conjunta con ellos.

Figura 3. Definición de isótopo



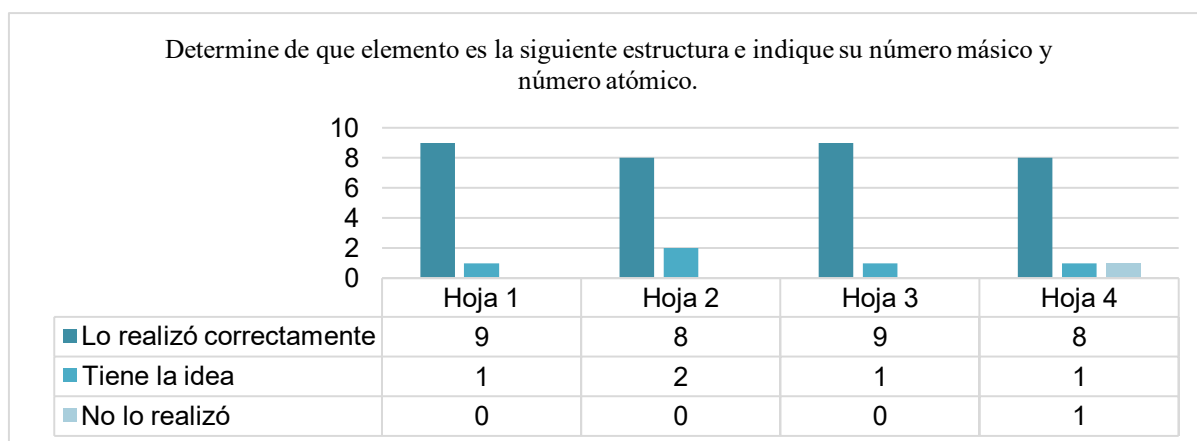
La pregunta tres está orientada a verificar cuantos educandos conocen la definición de isótopo, donde se destaca que la mayoría de los estudiantes (26) identificaron correctamente la definición de un isótopo, al responder que es un átomo que tiene el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones; el restante de estudiantes (14) falló en la respuesta. Esto demuestra que la aplicación de la secuencia didáctica con el apoyo de la simulación, los estudiantes en su mayoría lograron captar la definición de lo que es un isótopo, gracias a que las actividades propuestas permitieron comprender de mejor manera un concepto con cierto grado de dificultad facilitando llegar a la idea de lo que se busca enseñar y que el estudiante aprenda ya que el apoyo del simulador ofrece a los docentes un soporte y ayuda en procesos metodológicos para generar aprendizajes significativos en los estudiantes (Guanotuña, et al., 2023).

Figura 4. Estructura Atómica



Para el desarrollo de esta pregunta los estudiantes debían dibujar la estructura atómica de un elemento, para ello se usaron cuatro elementos distintos, uno para cada hoja, arrojando resultados favorables en cuanto al número de estudiantes que realizaron bien la estructura (32), también se muestra que siete estudiantes tuvieron una idea aproximada de cómo realizar la actividad y un estudiante no lo pudo realizar, los resultados muestran que la aplicación de las actividades a través de la secuencia didáctica permitieron potenciar el entendimiento de la estructura atómica, gracias a la utilización de representaciones tridimensionales y juegos interactivos. La implementación de la secuencia didáctica permite que los estudiantes construyan un aprendizaje significativo, vinculando de manera adecuado aspectos conceptuales con su contexto (Flores & Torres, 2025).

Figura 5. Identificación de características de elementos químicos



Para el análisis de resultados de la última actividad propuesta, los estudiantes debían indicar el número másico y número atómico el elemento que se les había asignado, en este caso se usaron cuatro elementos químicos distintos. La mayoría de los estudiantes (34) lograron determinar correctamente la estructura del elemento asignado, cinco estudiantes cometieron ciertos errores en el proceso y un estudiante no lo realizó.

Estos resultados destacan una de las actividades de trabajo usadas bajo la metodología de PhET, se denomina “indagación con la clase entera” lo que se podría interpretar como el resultado del aprendizaje adquirido en solo unas horas de clases empelando el simulador. Por lo cual el uso de las simulaciones en la clase está orientado al análisis y razonamiento por parte

de los estudiantes basado en situaciones que muestra la simulación que se utiliza. (Amaya, 2024).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El proceso educativo de la institución, a nivel de primero de bachillerato viene presentando ciertos inconvenientes asociados a metodologías de enseñanza tradicionalistas, las cuales generan desmotivación y desinterés en los educandos por el aprendizaje de química. Si bien los docentes emplean variedad de recursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se requiere de mayor esfuerzo para diseñar actividades dinámicas e innovadoras que fomenten el pensamiento crítico, la resolución de problema y generen motivación e interés por la asignatura y la ciencia en general.

La aplicación de actividades innovadoras a través de la secuencia didáctica haciendo uso de herramientas tecnológicas, específicamente las simulaciones de PhET presentan alta relevancia y aceptación al ser considerado un recurso que permite fortalecer el aprendizaje de temas específicos de la Química, lo cual se evidencio en las diferentes actividades planificadas que partieron desde la introducción del contenido teórico, para fundamentar conceptos claves, hasta la parte práctica provista en las simulaciones, donde los estudiantes pudieron visualizar estructuras atómicas e identificar cada una de sus componentes.

La aplicación del simulador PhET resulta novedoso y de fácil manejo para docentes y estudiantes. Es considerado una estrategia atractiva para la enseñanza – aprendizaje de la estructura atómica, porque permite obtener una vista tridimensional de la molécula, ofrece recursos como juegos entretenidos para el estudiante, haciendo más fácil y divertido aprender sobre el tema. De igual manera, para los docentes resulta ser un recurso de mucha utilidad al momento de impartir sus clases de Química.

Contribución de los autores: Freddy Santana: Conceptualización, Metodología, Redacción – borrador original y revisión. Hidian Avilés: Análisis formal, Investigación, Redacción – borrador original. Yohely Mendoza: Análisis formal, Visualización, Recursos.

REFERENCIAS

- Acosta Faneite, S. F. (2023). Los enfoques de investigación en las ciencias sociales. *Revista de Investigación en Ciencias Sociales*, 3(8), 82–95. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.084>
- Aguas Veloz, J. F., Rodríguez Gómez, P. J., Mora Rodríguez, A. J., & Ronquillo Magallanes, K. K. (2023). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 902. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.658>
- Amaya Barrera, L. E. (2024, 5 de febrero). *La indagación en el aula mediante el uso de simuladores PhET* [Blog post]. Red Educa. <https://www.rededuca.net/blog/tic/simuladores-phet>
- Ayón Parrales, E. B., & Vítores Pérez, M. (2020). La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las ciencias naturales en básica y bachillerato. *Revista de las Ciencias: Dominio Científico*, 6(3), 4–22. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1204>
- Cañar Tacuri, K., & León Quinchi, D. (2024). Simulaciones PhET para la enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el nivel de bachillerato. En *Retos, avances y reflexiones transdisciplinarias desde contextos educativos diversos* (pp. 558–568). <https://congresos.unae.edu.ec/index.php/vcongresoeducacion/article/view/957/637>

- Carrión Paredes, F. A., García Herrera, D. G., Erazo Álvarez, C. A., & Erazo Álvarez, J. C. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de química. *Revista Ciencia Matria*, 6(3), 193–216. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- Cuesta Ormaza, G. H., & Chamorro Benavides, N. C. (2022). La educación en Ecuador: Retos y perspectivas. *Polo del Conocimiento: Revista Científico-Profesional*, 7(8), 2030–2045. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8.3542>
- Delgado Pérez, N., Kiausowa, M., & Escobar Hernández, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender química en época de COVID-19. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(3), Artículo 2641. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2641>
- Díaz Pinzón, J. E. (2017). Importancia de la simulación PhET en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48–63. <https://doi.org/10.18359/reds.2011>
- Flores-Chávez, A. B., & Torres, I. G. C. (2025). Propuesta de una secuencia didáctica sobre la química de los carbohidratos y la salud nutricional en el bachillerato. *Educación Química*, 36(2), 27–38.
- Gómez-Zambrano, R. O., & Pérez-Iribar, G. (2023). Las metodologías activas y su influencia en el rendimiento académico de estudiantes de bachillerato. *MQR Investigar*, 7(1), 3048–3069. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.3048-3069>
- Guanotuña Balladares, G. E., Heredia Heredia, L. J., Lara Rivera, L. D., & García Camacho, I. R. (2023). Simulador PhET, una herramienta de gamificación para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Social Fronteriza*, 3(1), 97–113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7552868>
- Miranda Monar, E. E., & Cajamarca Alvarado, M. E. (2022). Uso de recursos educativos digitales para la enseñanza de la química. *Revista Minerva*, 3(4), 59–70. <https://revistas.ug.edu.ec/index.php/minerva/article/view/726/1735>
- Montilla, L., & Arrieta, X. (2015). Secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del análisis volumétrico. *Omnia*, 21(1), 66–79.
- Pacheco, A. R., Lorduy, D. J., Flórez, E. P., & Páez, J. C. (2021). Uso de simuladores PhET para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Boletín Redipe*, 10(7), 201–213. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1358>
- Reza Flores, R. A. (2024). El impacto de la actuación docente en el rendimiento escolar: Mirada del profesorado de química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), Artículo 9947. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.9947
- Sánchez Zamora, W. (2021). La simulación PhET en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. *Arjé: Revista Académica Divulgativa*, 4(1), 81–95. <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje/article/view/350/327>
- Sosa-Gutiérrez, F., Flores-Jiménez, L. M., & Vilca-Apaza, H. M. (2024). Educación virtual y la motivación académica en estudiantes universitarios. *Puriq*, 6, e626. <https://doi.org/10.37073/puriq.6.626>