

Resultados del uso del Software PHET en la asignatura de Química Orgánica en los estudiantes de tercero de Bachillerato

Results of the Use of PHET Software in the Subject of Organic Chemistry in Third Year High School Students

Dayana Isabela Ponce Intriago¹  dponce2425@utm.edu.ec

Yulexy Navarrete Pita¹  yulexy.navarrete@utm.edu.ec

¹Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

RESUMEN

El presente artículo analiza el impacto del uso del software *PHET* en el aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de Química Orgánica en tercero de bachillerato de una manera actualizada y diferente a la enseñanza tradicional. Durante el proceso investigativo se emplearon diferentes métodos y técnicas tales como: encuestas, observación participante, entrevistas, cuestionarios pruebas pedagógicas. También se utilizaron tablas y gráficos para darle mayor confiabilidad a los datos resultantes de los instrumentos aplicados. Con base en el análisis realizado durante la recolección de encuestas, entrevistas y cuestionarios de pruebas pedagógicas se determinó que el uso del software *PHET* en la asignatura de Química Orgánica en los estudiantes de tercero bachillerato fueron favorables. Se pudo determinar la efectividad del trabajo realizado a partir de los logros significativos respecto al tema objeto de estudio.

Palabras clave: enseñanza-aprendizaje; bachillerato; Química; tecnología educativa.

ABSTRACT

This article analyzes the impact of using PHET software on the learning of students who take the subject of Organic Chemistry in the third year of high school in an updated way and different from traditional teaching. During the research process, different methods and techniques were used such as surveys, participant observation, interviews, questionnaires, and pedagogical tests. Tables and graphs were also used to give

greater reliability to the data resulting from the applied instruments. Based on the analysis carried out during the collection of surveys, interviews, and questionnaires of pedagogical tests, it was determined that the use of PHET software in the subject of Organic Chemistry in third year high school students was favorable. The effectiveness of the work carried out could be determined from the significant achievements regarding the subject under study.

Keywords: *teaching-learning; high school; chemistry; educational technology.*

Recibido: 7/1/2025

Aprobado: 14/2/2025

INTRODUCCIÓN

Se considera que los seres humanos son capaces de adaptarse a lo nuevo, estamos inmersos en el siglo XXI donde las personas se ven forzadas adaptarse a una era tecnológica donde evoluciona cada vez más, gracias a las numerosas aportaciones de personas, la sociedad está en constante crecimiento y adquisición de conocimientos por las siguientes novedades tecnológicas.

En el ámbito educativo el docente juega un rol importante y desafiante a la vez, ya que en el momento de enseñar debe tratar de despertar el interés por aprender de los estudiantes, se entiende que ellos ya son nativos digitales lo cual sugiere, que el maestro deberá enfocarse en ese aspecto y tratar de utilizar diferentes softwares y sacar el máximo potencial en la enseñanza y aprendizaje en las diferentes asignaturas. En esta ocasión nos referimos a la Química la cual es una Ciencia tan amplia que no se logra comprender u aprender, por ello se enseña desde los niveles básicos, superiores, e inclusive universitarios.

La Química es una ciencia que ha generado cambios y transformaciones en la sociedad, ya que su intervención no se limita a procesos en prácticas. En el contexto educativo, en la actualidad, el uso de diferentes softwares cumple un papel muy importante para la enseñanza-aprendizaje ya que ayudan mucho en la comprensión del estudiante y así mismo ayuda al docente a que se adapte a la enseñanza con tecnología y no a la enseñanza tradicional.

A nivel mundial se han hecho muchas investigaciones sobre las tecnologías en la educación. Al respecto, Hernández et al. (2014) nos brindan su punto de vista:

Estas tecnologías permiten, que los procesos cognitivos tengan un mayor papel en el aprendizaje de materiales educativos y científicos complejos (como sucede en el campo de la Química que además de su contenido científico, puede aportar un cierto sentido artístico; basta revisar la literatura química actual para descubrir esto) respondiendo a la "evolución" natural de los métodos de aprendizaje y a la interrelación de los jóvenes como consecuencia del rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación. (p. 2)

A nivel latinoamericano también ha estado presente el análisis de esta temática donde Aguilar (2012) expresó que:

Esta cantidad de información que se brinda en estos tiempos ha generado que distintos teóricos la denominen la sociedad del conocimiento, algunos van mucho más allá y tratan de vincularla con la tecnología llamándola la sociedad digital, o la sociedad de la información; sin embargo, ambos conceptos acompañan la idea de vivir en una época donde el cúmulo de información produce un aceleramiento de interacciones y dinámicas sociales. (p. 327)

A nivel nacional, en Ecuador, en un estudio realizado por Bermeo et al. (2018) se analizan las causas que afectan el aprendizaje de la asignatura a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, que alcanza el 62,4 % de la tasa de repetición en los primeros semestres; entre los principales causales se hace referencia al bajo nivel de conocimientos de los educandos del nivel educativo secundario, la inadecuada aplicación de recursos tecnológicos, la insuficiente planeación de las actividades a realizar y la práctica pedagógica tradicional, los laboratorios convencionales.

Se puede constatar que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) cumplen un papel fundamental en la educación, así como afirma Navarrete y Mendieta (2018): “La nueva era de la tecnología obliga a la educación a cambiar desde sus bases para conseguir en los estudiantes una formación integral y como parte de ella, la habilidad de aprender, a hacer, vivir y a convivir” (p. 4).

Por su parte, Layza et al. (2022) expresan que:

La tecnología comunicativa y de información en las últimas décadas va evolucionando y ganando un gran impacto en nuestra comunidad y a nivel global, lo observamos en el consumo de servicios de internet, aplicaciones de software, gamificación, entretenimiento, y aplicación en diversos ámbitos como en el educativo. (p. 14)

El uso del software dentro del campo de la química orgánica es muy importante pero un campo en específico es la visualización del proceso de cómo se crean las moléculas ya que esto facilita comprender la estructura de estas. Al respecto, Jaramillo et al. (2016) argumentan que:

El manejo de software libre, específicamente de modelamiento químico son un medio para adquirir competencias instrumentales y procedimentales, que permiten al estudiante soportarse en bases de datos de estructuras moleculares con la finalidad de ayudar a realizar el análisis de la estructura química, conformación espacial y propiedades de los grupos funcionales. (p. 8)

El uso de diferentes softwares en el ámbito educativo más que todo en la química orgánica, exige también capacidades de orden superior para la creatividad, tener un pensamiento mucho más crítico. Por ejemplo, entre los diversos tipos de software que permiten predecir la naturaleza y propiedades de sistemas moleculares, Malyskhina y Novikov (2021) manifiestan que “actualmente existen muchas soluciones de programas de código abierto y propietarios para la investigación de la naturaleza y varias propiedades de diferentes moléculas y sistemas químicos periódicos” (p. 1).

El resultado de la utilización de distintos softwares en la enseñanza de la química orgánica, resulta ser una intervención innovadora en el campo de la tecnología educativa. Sin embargo, en Ecuador existen muy pocos reportes de este tipo de software PHET aplicado en la educación de la química orgánica. Por eso los softwares en la actualidad tienen una gran importancia para la educación de la cual se debe aplicar más en la química orgánica para un aprendizaje.

Tras realizar la recolección de datos e información relacionada con el uso de software PHET en la enseñanza de química orgánica, se identificó como problemática principal el rechazo y la baja aceptación por parte de las instituciones educativas donde se implementan este tipo de herramientas. Este fenómeno se debe, en gran medida, a la resistencia al cambio en comparación con los métodos tradicionales del sistema educativo, si bien instituciones, docentes y estudiantes pueden recibir con interés ciertas innovaciones pedagógicas, en

muchos casos, las nuevas metodologías no logran consolidarse debido a su limitada funcionalidad o a la percepción de que son menos eficaces que los enfoques convencionales en sus primeras etapas de implementación. Por esta razón se llevó a cabo un estudio en una unidad educativa para evaluar el impacto del software en el rendimiento y la adaptabilidad tanto de los docentes como de los estudiantes, los resultados obtenidos permiten analizar el nivel de exigencia cognitiva que implica esta metodología y cómo influye en la percepción del proceso de enseñanza-aprendizaje en ambos grupos. Por lo descrito anteriormente, la presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto del uso del Software PHET en el aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de Química Orgánica.

MÉTODOS

En este artículo se utilizó una metodología cualitativa, descriptiva, no experimental, transversal, por cuanto los datos recolectados miden las características y valores numéricos de la investigación; estos datos se recolectaron una sola vez. El estudio se realizó en la Unidad Educativa “Santa Magdalena” de la Parroquia de San Placido, a estudiantes de tercero de bachillerato general unificado en la asignatura de Química Orgánica, sección matutina.

Para su efecto se contó con una población de 12 estudiantes y 1 docente mediante un muestreo probabilístico, estratificado aplicado directamente a estudiantes de tercero bachillerato. Para llevar a cabo la recolección de datos se elaboró una encuesta estructurada basada en una escala de Likert y utilizando la aplicación *Google Forms*.

Al respecto, Romero y Álvarez (2022) señalan que: “se define una actitud como una predisposición aprendida para responder coherentemente de una manera favorable o desfavorable ante un objeto, ser vivo, actividad, concepto, persona o símbolo” (p.3). Este método facilita la recolección de datos en variados aspectos del sujeto, desde lo muy objetivo hasta lo más complejo que requiera la persona que interroga. Las variables descritas en la encuesta para los estudiantes fueron de un total de 7 en la cual 6 preguntas fueron cerradas con 5 alternativas y 5 valores que iban en orden ascendente; y una pregunta fue abierta.

En el caso del docente se realizó una entrevista estructural.

RESULTADOS

Resultaba importante conocer si el uso de software virtuales influye en el aprendizaje del educando, además de su aplicación como medida en una o varias asignaturas. Por tal razón se procedió al análisis de frecuencias de variables que fue determinado con resultados exhaustivos.

Los resultados obtenidos muestran que el 25 % y el 50 % de los encuestados considera que siempre y casi siempre el uso de los simuladores virtuales va a optimizar el aprendizaje de una asignatura (ver tabla 1). Tomando en consideración lo anterior, sería beneficioso el empleo de estos en el aprendizaje de Química.

Tabla 1. Frecuencia del uso del simulador virtual en el aprendizaje de una asignatura.

	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	3	25 %
Casi siempre	6	50 %
A veces	2	16.7 %
Casi nunca	1	8.3 %
Nunca	0	0 %
Total	12	100 %

Por otra parte, el 41.7 % de los encuestados declara que siempre y casi siempre utiliza los simuladores virtuales como estrategia metodológica (ver tabla 2). En el marco de la investigación, los datos recogidos evidencian una demanda absoluta al uso de los simuladores virtuales.

Tabla 2. Utilización de simuladores virtuales como estrategia metodológica.

	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	5	41.7 %
Casi siempre	5	41.7 %
A veces	2	16.7 %
Casi nunca	0	0 %
Nunca	0	0 %
Total	12	100 %

En relación con el reconocimiento de la interfaz del software, el 41.7 % de los encuestados reconoce que siempre y casi siempre es factible reconocer la interfaz del usuario del software PHET (ver tabla 3).

Tabla 3. Interfaz de usuario del software PHET.

	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	5	41.7 %
Casi siempre	5	41.7 %
A veces	2	16.7 %
Casi nunca	0	0 %
Nunca	0	0 %
Total	12	100 %

Igualmente, en relación con las funciones del software PHET el 50 % de los encuestados está de acuerdo en que siempre se puede encontrar las funciones que se necesita para un aprendizaje en la Química Orgánica, mientras que un 25 % considera que casi siempre (ver tabla 4).

Tabla 4. Funciones que necesita en el software PHET.

	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	6	50 %
Casi siempre	3	25 %
A veces	2	16.7 %
Casi nunca	1	8.3 %
Nunca	0	0 %
Total	12	100 %

Los estudiantes clasifican con un 50 % que su satisfacción general con el software PHET es bueno y recomendable para el aprendizaje.

También manifestaron que al momento de utilizar el software no se llega tener ninguna dificultad, incluso pueden mejorar su rendimiento académico.

Los estudiantes recomiendan utilizar el Software PHET a otras personas ya que para ellos fue fácil el manejo de dicho software y argumentaron que será fácil para muchos y mejorará la enseñanza y aprendizaje.

Mediante los resultados obtenidos, se pudo comprobar que si los docentes utilizan los simuladores para el aprendizaje de la Química Orgánica ayuda mucho a los estudiantes en la comprensión y aprendizaje de los temas. Entre estos, el software PHET es muy factible y tiene un gran entendimiento y control tanto para los estudiantes como para los docentes.

Resultados de la entrevista realizada al docente

Resulta importante conocer si el uso de software PHET influye en la enseñanza de la Química Orgánica.

El entrevistado declara que se siente motivado al trabajar con el software PHET para una mejor enseñanza en la Química Orgánica y que siempre utiliza este software.

El docente da a conocer que sí existe diferencia de comprensión y da a conocer que desde que empezó a utilizar el software PHET existe una mejor comprensión de los conceptos y un mejor rendimiento de los estudiantes. También declara que los estudiantes se muestran interesados cuando el docente utiliza el software en el proceso de enseñanza de la asignatura Química Orgánica.

Igualmente, manifiesta que no existe ningún desafío para integrar el software PHET en la enseñanza de la Química Orgánica lo que resulta una ventaja para la educación.

El docente también menciona que los estudiantes tienen mejor concentración en la asignatura de Química Orgánica, incluso han mejorado su rendimiento académico. Esto ayuda en el desarrollo de la educación y que no solamente se base en la educación tradicional. En la actualidad, el docente debería utilizar la tecnología ya que resulta de gran ayuda para el aprendizaje de todos los estudiantes

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los hallazgos previamente reportados sobre las ventajas del uso del software PHET como interactividad, participación efectiva, posibilidad de realizar un experimento virtual con muchas variables a cambiar. Hernández, y Avilés (2019) argumentan que “Como

era la primera vez que se enfrentaban a los softwares debieron emplear creativamente el tiempo, una de las manifestaciones más importantes del desarrollo de las habilidades organizativas” (p. 260).

Carrión et al. (2020) sostienen que: “La aplicación de simuladores PHET conlleva a mejorar los procesos de aprendizaje y se ajusta a lo que enseña el docente, siendo eficaz para las demostraciones en vivo y el desarrollo científico de los estudiantes” (p. 196).

La investigación es muy importante porque el simulador ayuda a mejorar el rendimiento del aprendizaje de los estudiantes y proporciona una visión clara de cómo utilizar el simulador PHET para evaluar a los estudiantes, Delgado et al. (2021) expresan que:

El uso del simulador virtual gratuito PhET, a favor de la motivación y construcción de un aprendizaje significativo para los estudiantes, que estimule su participación activa en el proceso de aprendizaje y permita la adquisición de nuevos conceptos químicos, en particular, sobre los enlaces químicos. (p. 4)

En la actualidad, el software PHET cumple un papel fundamental en la educación. Tal como mencionan Pacheco et al. (2021): “El docente utilizó los simuladores PhET, a fin de ver virtualmente, cómo se comportan los átomos y las moléculas en determinadas condiciones. Los resultados obtenidos en este punto permitieron reducir las dificultades que presentaban los estudiantes en la experiencia” (p. 7).

Importancia del uso del software PHET para la enseñanza de la Química Orgánica

El software PHET es importante en la enseñanza de la Química Orgánica porque fomenta un aprendizaje activo y significativo. Los estudiantes pueden observar reacciones, manipular moléculas virtuales y comprender mejor las relaciones entre estructura y función química. Los docentes también pueden utilizar este software para incorporar la tecnología a sus lecciones, lo que hace que el aprendizaje sea más interactivo y motivador. En relación con este tema, Salame y Makki (2021) señalan que:

Las simulaciones por computadora como PhET están ampliamente disponibles en los cursos de ciencias y se están convirtiendo en una parte integral de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y pueden utilizarse para mejorar la instrucción tradicional y promover el aprendizaje. (p. 2)

La Química Orgánica es fundamental para entender la estructura, propiedades y reacciones de los compuestos que contienen carbono, que son esenciales en muchos aspectos de la vida diaria y en varias industrias. El software PHET, desarrollado por la Universidad de Colorado, ofrece simulaciones interactivas para enseñar y aprender conceptos científicos, incluida la química. Pacheco (2010) expresó que:

El uso de simuladores PhET como recurso didáctico es fundamental para el proceso educativo pues favorece la comprensión, refuerzo y construcción de los conocimientos de las ciencias naturales especialmente en la Química, ya que enriquece el aprendizaje dentro y fuera del aula, por tanto, gracias a estas simulaciones el ambiente educativo se convierte en un espacio atractivo, innovador y entretenido. (p. 5)

El uso de simulaciones como PHET reduce la brecha entre la teoría y la práctica, lo que permite a los estudiantes explorar conceptos sin las restricciones de un laboratorio real. Esto es particularmente ventajoso en entornos donde hay limitaciones en el acceso a materiales y recursos de laboratorio, lo que hace que PHET sea una herramienta inclusiva y accesible para mejorar la calidad educativa en química orgánica. Al respecto, Pacheco et al. (2021) expresaron que:

Se ha convertido en una herramienta imprescindible para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje y ha permitido la implementación de métodos de enseñanza más dinámicos y personalizados. Los profesores pueden utilizar plataformas digitales y aplicaciones educativas para crear lecciones interactivas, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. (p. 9)

La relevancia de la Química Orgánica en PHET se manifiesta en múltiples campos. Las simulaciones de PHET facilitan a los alumnos la visualización de las estructuras tridimensionales de las moléculas orgánicas, facilitando la comprensión de cómo los átomos de carbono se vinculan entre ellos y con otros componentes, igualmente proporciona simulaciones que demuestran el proceso de las reacciones orgánicas. Esto abarca la creación y desintegración de enlaces, los procesos de reacción y la conversión de los reactivos en productos finales.

La enseñanza en PHET es interactiva e importante porque es una plataforma en la que los alumnos pueden experimentar de manera segura con distintos compuestos, reacciones y visualización de las moléculas en 3D,

lo que promueve el aprendizaje activo y la indagación autónoma, lo que potencia la comprensión y la memorización de conceptos complejos.

CONCLUSIONES

El uso del software PHET en la enseñanza de la Química Orgánica ha demostrado ser una intervención efectiva y transformadora en el panorama educativo actual. A través de una metodología rigurosa y la aplicación de herramientas innovadoras se ha evidenciado que los estudiantes de tercero de bachillerato experimentan una mejora significativa en la comprensión y retención de conceptos complejos y en el rendimiento académico. Los resultados obtenidos resaltan la importancia de integrar la tecnología en la educación, destacando que la interactividad y la visualización de estructuras moleculares proporcionadas por PHET no solo enriquecen el aprendizaje, sino que también fomentan un ambiente educativo más atractivo y efectivo.

La implementación de este tipo de herramientas tecnológicas no solo fomenta la motivación y el interés del estudiante, sino que también empodera a los docentes en su labor educativa, facilitando un enfoque más dinámico y personalizado en el aula. A medida que nos adentramos en la era digital, es imperativo que el sistema educativo abrace y adapte estas innovaciones tecnológicas para favorecer una formación integral y de calidad en los futuros profesionales del país. Monitorear y evaluar continuamente el impacto de estas metodologías digitales garantizará un proceso de enseñanza-aprendizaje más enriquecedor y efectivo.

Este estudio no solo avala la efectividad del software, sino que también plantea un llamado a la acción para que las instituciones educativas adopten estas herramientas tecnológicas como parte integral de su currículo, garantizando así que los futuros profesionales estén mejor preparados para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (2), 801-811.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-715X2012000200002&script=sci_arttext

- Bermeo, M., Peralta, I., Remache, W. & Mayorga, E. (2018). Índice de repitencia y sus causas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. *Revista CIEG*, (31), 109-127. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0aaf69dc-15b3-462c-a40f-933d6a3b0964/content>
- 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. *Cienciamatria*, 6(3), 193-216. <https://cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/396/524>
- Delgado Pérez, N., Kiausowa, M. & Escobar Hernández, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID-19. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, 8(3). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000200021&lng=es&nrm=iso
- Hernández Garces, A. Avilés Rodríguez, E. (2019). Desarrollo de habilidades informáticas en la disciplina Química Orgánica. *Mendive. Revista de Educación*, 17(2), 254-263. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/1460/pdf>
- Hernández, M. R., Rodríguez, V. M., Parra, F. J. & Velázquez, P. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TICS) en la enseñanza-aprendizaje de la química orgánica a través de imágenes, juegos y video. *Formación universitaria*, 7(1), 31-40. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000100005>
- Jaramillo Echeverry, L. M., Mora, M.A. & Cifuentes Wchima, X. (2016). Integración a procesos de enseñanza aprendizaje con modelos moleculares a escala, tic, y software libres en la cotidianidad ingenieril de la química orgánica y sus aplicaciones bioquímicas. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/913>
- Layza Candela, P. A; Andrade Díaz, E. M., Fabián Sotelo, G. E. & Torres Villanueva, G.N. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. *TecnoHumanismo*, 2(3), 1-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8754072>
- Malyshkina, M. & Novikov, A. (2021). Modern Software for Computer Modeling in Quantum Chemistry and Molecular Dynamics. *Compounds*. (1), 134–144. <https://www.mdpi.com/2673-6918/1/3/12>
- Navarrete Mendieta, G. & Mendieta García, R. C. (2018). Las tic y la educación ecuatoriana en tiempos de internet: breve análisis. *Espirales Revista Multidisciplinaria De investigación*, 2(15). <https://www.revistaespirales.com/index.php/es/article/view/220>

Pacheco Aguilar, A. R. (2010). *Simuladores virtuales PhET asociados a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de Soluciones Químicas en estudiantes de media académica*. Tesis de Maestría. Universidad de Córdoba, Colombia.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb6095bf-607c-494b-a45d-15f0db895992/content>

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. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 201-213.
<https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1358/1270>

Romero, del Carmen, M. & Álvarez, María, B. (2022). Usos del término “Likert”. Una revisión en estudios sobre aprendizaje organizacional. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 30(51).
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/37820>

Salame, I. I. & Makki, J. (2021). Examining the use of PhEt simulations on students’ attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247.
<https://www.ijese.com/download/examining-the-use-of-phet-simulations-on-students-attitudes-and-learning-in-general-chemistry-ii-10966.pdf>

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés

Contribución autoral

Dayana Isabela Ponce Intriago: Conceptualización, metodología, validación, redacción- revisión y edición, y aprobación de la versión final.

Yulexy Navarrete Pita: Metodología, análisis formal, validación, visualización y aprobación de la versión final.