

Uso de simuladores virtuales para la enseñanza de la química

Use of virtual simulators for teaching chemistry

Uso de simuladores virtuais para o ensino de química

Zambrano Bazurto Katheirne Jamileth¹

Universidad Técnica de Manabí

kjambrano1363@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-9858-2152>



Navarrete Pita Yulexy²

Universidad Técnica de Manabí

yulexy.navarrete@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7804-9830>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/nE1/1151>

Como citar:

Zambrano Bazurto, K, J. & Navarrete Pita, Y. (2026). *Uso de simuladores virtuales para la enseñanza de la química*. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(E1), 2763-2787.

Recibido: 21/11/2025

Aceptado: 08/01/2026

Publicado: 31/03/2026

Resumen

Este artículo tiene como objetivo principal examinar el aporte del uso de los simuladores virtuales en la enseñanza de la Química en algunas instituciones educativas del Ecuador. La metodología empleada fue cualitativa, no experimental. Se utilizaron los métodos de análisis-síntesis, inductivo y deducción para la recolección y análisis de los datos. Los resultados muestran que los simuladores virtuales son un recurso eficaz para fortalecer el aprendizaje de la Química. Entre ellos, PhET destaca por ayudar a comprender conceptos que suelen ser difíciles y por ofrecer una experiencia de aprendizaje más interactiva y dinámica. Además, estos recursos fomentan la motivación del estudiante, lo que propicia el desarrollo autónomo de nuevos conocimientos. Con base a los hallazgos de la investigación, se concluye que hay que incentivar la incorporación y el uso de diversos simuladores virtuales adicionales como estrategia pedagógica para enriquecer el aprendizaje de la Química.

Palabras clave: simuladores virtuales; aprendizaje; enseñanza; química, Ecuador

Abstract

The main objective of this article is to examine the contribution of virtual simulators to chemistry teaching in some educational institutions in Ecuador. The methodology used was qualitative, non-experimental. Analysis-synthesis, inductive, and deductive methods were used for data collection and analysis. The results show that virtual simulators are an effective resource for strengthening chemistry learning. Among them, PhET stands out for helping to understand concepts that are often difficult and for offering a more interactive and dynamic learning experience. In addition, these resources encourage student motivation, which promotes the autonomous development of new knowledge. Based on the research findings, it is concluded that the incorporation and use of various additional virtual simulators should be encouraged as a pedagogical strategy to enrich chemistry learning.

Keywords: virtual simulators; learning; teaching; chemistry; Ecuador

Resumo

Este artigo tem como objetivo principal examinar a contribuição do uso de simuladores virtuais no ensino de Química em algumas instituições educacionais do Equador. A metodologia utilizada foi qualitativa, não experimental. Foram utilizados os métodos de análise-síntese, indutivo e dedutivo para a coleta e análise dos dados. Os resultados mostram que os simuladores virtuais são um recurso eficaz para fortalecer o aprendizado da Química. Entre eles, o PhET se destaca por ajudar a compreender conceitos que costumam ser difíceis e por oferecer uma experiência de aprendizagem mais interativa e dinâmica. Além disso, esses recursos estimulam a motivação do aluno, o que favorece o desenvolvimento autônomo de novos conhecimentos. Com base nas descobertas da pesquisa, conclui-se que é necessário incentivar a incorporação e o uso de diversos simuladores virtuais adicionais como estratégia pedagógica para enriquecer o aprendizado da Química.

Palavras-chave: simuladores virtuais; aprendizagem; ensino; química, Equador

Introducción

La enseñanza de la Química en el bachillerato enfrenta dificultades persistentes relacionadas con la comprensión de conceptos abstractos, la escasez de recursos experimentales y la limitada motivación del estudiantado, lo que influye negativamente en su rendimiento académico (Chonillo *et al.*, 2024). Frente a esta situación, muchos docentes han optado por incorporar estrategias innovadoras apoyadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entre ellas los simuladores virtuales, que permiten representar procesos químicos de manera visual, interactiva y más accesible.

Según Galleguillos *et al.* (2019), la falta de motivación y la complejidad conceptual son factores clave que inciden en el bajo rendimiento en Química, lo que revela la importancia de incorporar recursos didácticos que apoyen la comprensión de los contenidos. Esta afirmación resalta que, cuando los estudiantes no encuentran formas accesibles y atractivas de acercarse a la asignatura, las dificultades aumentan, por lo que el uso de herramientas más dinámicas e interactivas resulta esencial para mejorar el aprendizaje.

En este contexto, los simuladores virtuales —como PhET, ChemCollective, Model ChemLab y Crocodile Chemistry— se consolidan como herramientas que posibilitan la experimentación de forma segura, reproducible y atractiva, especialmente en instituciones con limitaciones de infraestructura de laboratorio. Estudios recientes demuestran su efectividad para mejorar la comprensión de conceptos complejos y fomentar el aprendizaje autónomo y significativo (Carrión *et al.*, 2020; Delgado *et al.*, 2021).

En Ecuador, donde las limitaciones de acceso tecnológico siguen afectando los procesos de enseñanza, los simuladores se presentan como una opción viable para fortalecer las prácticas pedagógicas y mejorar la calidad educativa (Flores *et al.*, 2024).

Por esta razón, el objetivo del estudio es examinar el aporte del uso de los simuladores virtuales en la enseñanza de la Química en algunas instituciones educativas del Ecuador.

Desarrollo

Tabla 1
Tipo de simuladores virtuales y características

Simulador	Características	Ventajas	Desafíos / Limitaciones
PhET	Simulaciones interactivas gratuitas, en línea o descargables, en física, química, biología, matemáticas y ciencias de la tierra. Fundado por Carl Wieman.	Intuitivo, entorno tipo juego, visualiza lo invisible, fomenta la investigación, ideal para educación básica y media.	Requiere conexión y compatibilidad con Java, Flash o HTML5; algunas simulaciones están solo en inglés o con versiones limitadas.
GoLab	Simulaciones en física, química, biología, matemáticas y ciencias de la tierra. Aplica el ciclo ILS (Orientación, Conceptualización, Investigación, Conclusión).	Enfoque investigativo guiado paso a paso, accesible en línea y por descarga.	Puede ser complejo para niveles educativos bajos sin acompañamiento docente.
Interactives-Ck12	Plataforma en inglés, con recursos gratuitos en física y química.	Material visual muy ilustrativo, fácil uso a pesar del idioma.	Idioma inglés puede ser una barrera; requiere acceso a internet y habilidad de navegación.
ChemCollective	Biblioteca digital de prácticas químicas, escenarios, tutoriales y evaluaciones. Disponible en castellano.	Integración de teoría y práctica, recursos por tema, fomenta razonamiento como un químico real.	Interfaz menos atractiva visualmente; puede ser compleja para estudiantes sin conocimientos previos.
Chemlab	Simula un laboratorio químico completo, con equipos y reactivos virtuales.	Favorece la práctica de protocolos experimentales, genera reportes, fomenta el aprendizaje procedimental.	Puede presentar curva de aprendizaje mayor; no sustituye completamente la práctica real.
Crocodile Chemistry 6.05	Programa descargable que simula reacciones químicas y prácticas de laboratorio.	Permite observar cambios en reacciones químicas, manejo de sustancias peligrosas de forma segura, accesibilidad sin conexión.	Software de pago en algunas versiones, menor interactividad frente a plataformas actuales.

Nota. Cuadro comparativo adaptado de: Urquizo y Sagñay (2022) y Otálvarez (2022).

Con los datos de la Tabla 1 se puede observar la variedad de simuladores virtuales y sus características. Para profundizar en su uso pedagógico, la Tabla 2 presenta los simuladores, los contenidos de Química que abordan y los niveles de Bachillerato General Unificado en los que se utilizan, facilitando un análisis más claro de su relación con el currículo y los aprendizajes estudiantiles.

Tabla 2
Simuladores virtuales, contenidos principales de Química y grados de BGU

Simulador	1.º BGU	2.º BGU	3.º BGU
PhET Interactive Simulations	<ul style="list-style-type: none"> · Estructura atómica (<i>Construcción de átomos</i>). · Estados de la materia y cambios de estado (<i>States of Matter</i>). · Propiedades de los gases (<i>Gas Properties</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> · Tabla periódica interactiva (<i>Periodic Trends</i>). · Reacciones ácido-base y pH (<i>pH Scale</i>). · Concentración de soluciones (<i>Molarity</i>). · Estequiometría (<i>Reactants, Products and Leftovers</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> · Visualización de geometría molecular (<i>Molecular Shapes</i>) como refuerzo.
Crocodile Chemistry 6.05	—	<ul style="list-style-type: none"> · Tabla periódica y propiedades de los elementos. · Reacciones químicas simples (óxidos, ácidos y bases). · Reacciones de neutralización. 	<ul style="list-style-type: none"> · Hidrocarburos. · Reacciones orgánicas: adición, sustitución, combustión.
Chemlab	—	<ul style="list-style-type: none"> · Nomenclatura inorgánica. · Balanceo de ecuaciones químicas. · Preparación de disoluciones (<i>Solution Prep, Titration</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> · Síntesis de compuestos orgánicos. · Identificación de grupos funcionales. · Reacciones orgánicas en laboratorio virtual.
GoLab	<ul style="list-style-type: none"> · Materia y propiedades. · Mezclas y separación de sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> · Experimentos de reacciones químicas simples. · Conceptos de enlaces químicos básicos. · Energía en reacciones químicas. 	—
Interactives-CK-12	<ul style="list-style-type: none"> · Introducción a la tabla periódica. · Propiedades de los elementos. 	<ul style="list-style-type: none"> · Enlaces químicos y compuestos. · Reacciones químicas simples. · Soluciones introductorias. 	<ul style="list-style-type: none"> · Polímeros y biomoléculas (como apoyo).
ChemCollective	—	<ul style="list-style-type: none"> · Laboratorios virtuales de química general. · Preparación de soluciones y cálculos de concentración. · Problemas de estequiometría y reactivo limitante. 	<ul style="list-style-type: none"> · Síntesis y análisis de compuestos orgánicos. · Reacciones de compuestos orgánicos. · Química ambiental (<i>River Pollution</i>).

Nota. Cuadro comparativo adaptado de: Ministerio de Educación del Ecuador (2016); Urquiza y Sagnay (2022); y Otálvarez (2022).

En los últimos años, el uso de simuladores virtuales ha adquirido relevancia como recurso didáctico, especialmente en contextos con limitaciones de laboratorio. Entre los simuladores más utilizados se encuentran PhET Interactive Simulations, reconocido por su

diseño intuitivo y su capacidad para representar fenómenos microscópicos y macroscópicos; ChemCollective, orientado a la resolución de problemas experimentales en entornos virtuales; y Crocodile Chemistry, que permite recrear reacciones químicas y prácticas básicas de laboratorio. Investigaciones como las de Rodríguez (2023) y Casa *et al.* (2023), han demostrado que estas herramientas facilitan visualizar procesos que, en laboratorios escolares tradicionales, suelen ser difíciles de observar.

Los simuladores virtuales no solo refuerzan la comprensión conceptual, sino que promueven el aprendizaje activo y la indagación, permitiendo que el estudiante manipule variables, observe resultados, formule hipótesis y valide sus propias conclusiones. Ortiz *et al.* (2025) evidencian mejoras significativas en el rendimiento académico y en el entendimiento de conceptos abstractos cuando los estudiantes trabajan con simulaciones. Asimismo, Sailema *et al.* (2025) reportan que más del 90 % de los estudiantes consideran que estas herramientas facilitan la unión entre teoría y práctica.

El papel del docente también es clave. La integración adecuada de simuladores demanda un proceso de mediación pedagógica que oriente la exploración, promueva el análisis y fomente la reflexión crítica. Como señala Sánchez (2023), el docente debe diseñar actividades que vinculen el simulador con los contenidos del currículo, asegurando que su uso no se limite a una simple visualización, sino a un aprendizaje guiado y significativo.

Mejía (2004) señala que la investigación cualitativa se basa en recursos como relatos, textos, discursos orales e incluso elementos visuales —como imágenes o gráficos— para comprender a fondo los fenómenos sociales desde su dimensión interpretativa. En coherencia con este enfoque, el presente estudio adoptó una metodología cualitativa, lo que permitió indagar de manera profunda en las percepciones, experiencias y valoraciones de docentes y estudiantes sobre el uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la Química en instituciones educativas de Ecuador.

Hernández *et al.* (2014) explican que, en los estudios no experimentales, el investigador no manipula las variables, sino que se dedica a observar los hechos tal como suceden en su contexto real para analizarlos después. Desde esta perspectiva, la investigación asumió un enfoque no experimental porque se centró únicamente en registrar los fenómenos en su entorno natural, lo que favorece una comprensión más fiel y objetiva de las situaciones estudiadas.

Los participantes de este estudio fueron actores directamente relacionados con la enseñanza de la Química en Ecuador. Se consideró a docentes con experiencia en primero y segundo año de bachillerato, así como a estudiantes de estos niveles pertenecientes a instituciones de Portoviejo y Rocafuerte, quienes interactúan de forma directa con el uso de simuladores virtuales.

Muestreo y criterios de selección

Para su selección se aplicó un muestreo intencional, eligiendo a quienes poseían experiencia y conocimiento pertinente para los objetivos del estudio. Se incluyeron 19 estudiantes de primero y 28 de segundo año de la Unidad Educativa Particular Latinoamericano, junto con 25 estudiantes de primero y 25 de segundo año de la Unidad Educativa Fiscal Treinta de Septiembre, además de los docentes responsables de la asignatura.

Se excluyó a los estudiantes de tercer año de bachillerato de ambas instituciones, debido a que los simuladores disponibles no cubren adecuadamente los contenidos de Química Orgánica propios de este nivel, lo que impedía obtener información relevante para la investigación.

Prueba piloto o validación de instrumentos

Se consultó a cuatro especialistas sobre las entrevistas dirigidas a docentes y estudiantes. De manera general, coincidieron en que las preguntas estaban bien elaboradas y en consonancia con el objetivo de investigación y la tabla operacional de variables.

Resultados de la validación de los instrumentos o consulta especialista

La revisión por parte de los especialistas recomendó incorporar dos preguntas adicionales en las entrevistas, sugerencia realizada por uno de los evaluadores. Estas observaciones fueron integradas en la versión final del instrumento, ajustando su contenido según las mejoras propuestas.

Entrevista a docentes:

1. ¿Usted conoce lo que son simuladores virtuales de Química?
 Sí No
2. ¿Usted utiliza los simuladores al impartir su clase de Química?
 Sí No

Entrevistas a estudiantes:

1. ¿Usted conoce lo que son simuladores virtuales de Química?
 Sí No
2. ¿Tu docente utiliza simuladores virtuales en las clases de Química?
 Sí No

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a docentes y estudiantes, guiadas por un conjunto de preguntas diseñado para explorar sus percepciones, experiencias y valoraciones sobre el uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la Química. Este formato flexible permitió profundizar en ideas emergentes y recoger opiniones personales de los participantes.

El análisis se efectuó revisando minuciosamente las transcripciones de las entrevistas para identificar patrones y categorías emergentes mediante un enfoque inductivo. Luego, se aplicó un proceso de análisis-síntesis que permitió integrar la información y favorecer una interpretación clara de los resultados.

Se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes con el fin de identificar posibles diferencias significativas entre los promedios de las respuestas de los estudiantes de las instituciones A y B. Finalmente, se aplicó un razonamiento deductivo para contrastar los resultados con los objetivos del estudio y la literatura, fortaleciendo la coherencia y validez de las conclusiones.

Resultados y Discusión

En este apartado se presentan los resultados obtenidos mediante la triangulación de la encuesta diagnóstica, las observaciones realizadas en el aula durante el uso de los simuladores PhET y los cuestionarios aplicados a docentes y estudiantes tras la intervención. La información se organiza en cinco dimensiones —tecnológica, percepción docente, percepción estudiantil, pedagógica e impacto educativo— para mostrar de forma clara cómo cambiaron las percepciones y prácticas pedagógicas a lo largo del proceso.

El instrumento se aplicó a 47 estudiantes y 1 docente de Química de la Institución A (Unidad Educativa Particular Latinoamericano), así como a 50 estudiantes y 2 docentes de Química de la Institución B (Unidad Educativa Fiscal Treinta de Septiembre).

Encuesta de evaluación preliminar

La encuesta diagnóstica se aplicó antes de implementar los simuladores PhET, con el fin de identificar las prácticas habituales de enseñanza y aprendizaje en Química y conocer el nivel de familiaridad de docentes y estudiantes con las herramientas digitales y sus expectativas frente a nuevas tecnologías. Se administró a 47 estudiantes de la Institución A, 50 de la Institución B y a los 3 docentes del área, recopilando información cuantitativa y cualitativa para analizar los cambios posteriores a la intervención. Las opciones de respuesta incluyeron: Sí/No; Siempre/Casi siempre/A veces/Casi nunca/Nunca; y Ninguno/Básico/Intermedio/Avanzado/Experto.

Tabla 3
Institución privada. Dimensión 1, preguntas 1-2-3-4-5

Dimensión 1: Percepción estudiantil del docente						
	Opciones	Pregunta 1 ¿Usted conoce simuladores virtuales de Química?	Pregunta 2 ¿Tu docente utiliza simuladores virtuales en las clases de Química?	Pregunta 3 Inclusión de actividades con simuladores virtuales por parte del docente en la planificación de clases	Pregunta 4 El docente utiliza simuladores virtuales como recurso didáctico en las clases en Química	Pregunta 5 Nivel de manejo personal en el uso de simuladores virtuales aplicados a la Química.
Institución A	Sí	52,94 %	5,00 %			
	No	47,06 %	95,00 %			
	Siempre			2,13 %	6,38 %	
	Casi siempre			0,00 %	2,13 %	
	A veces			8,51 %	2,13 %	
	Casi nunca			17,02 %	14,89 %	
	Nunca			72,34 %	74,47 %	
	Ninguno					61,70 %
	Básico					31,91 %
	Intermedio					4,26 %
	Avanzado					0,00 %
	Experto					2,13 %
Total		100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4
Institución pública. Dimensión 1, preguntas 1-2-3-4-5

Dimensión 1: Percepción estudiantil del docente						
	Opciones	Pregunta 1 ¿Usted conoce simuladores virtuales de Química?	Pregunta 2 ¿Tu docente utiliza simuladores virtuales en las clases de Química?	Pregunta 3 Inclusión de actividades con simuladores virtuales por parte del docente en la planificación de clases	Pregunta 4 El docente utiliza simuladores virtuales como recurso didáctico en las clases en Química	Pregunta 5 Nivel de manejo personal en el uso de simuladores virtuales aplicados a la Química.
Institución B	Sí	16,00 %	0,00 %			
	No	84,00 %	100,00 %			
	Siempre			4,00 %	0,00 %	
	Casi siempre			0,00 %	0,00 %	
	A veces			2,00 %	6,00 %	
	Casi nunca			8,00 %	6,00 %	
	Nunca			86,00 %	88,00 %	
	Ninguno					84,00 %
	Básico					14,00 %
	Intermedio					2,00 %
	Avanzado					0,00 %
	Experto					0,00 %
Total		100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Pregunta 1. En relación con el conocimiento de los simuladores virtuales, el 52,94% de los estudiantes de la Institución A manifestó conocerlos, mientras que en la Institución B solo el 16% indicó lo mismo. Esta diferencia refleja una mayor exposición a recursos tecnológicos en la Institución A, aunque sin un uso efectivo en clase.

Preguntas 2, 3 y 4. En ambas instituciones, más del 70% de los estudiantes señaló que los simuladores virtuales no se utilizan durante las clases de Química, lo que evidencia una escasa incorporación de estas herramientas en la planificación y práctica docente.

Pregunta 5. En cuanto al nivel de manejo personal, el 38,3% de los estudiantes de la Institución A se ubica entre los niveles básico, intermedio y experto, frente al 16% de la Institución B. Esto muestra un mayor capital tecnológico en la Institución A, que podría aprovecharse para integrar de mejor manera los simuladores en el proceso pedagógico.

Pregunta 6: ¿Qué dificultades has tenido al usar los simuladores virtuales en tus clases de Química? (Por ejemplo: problemas de internet, dificultad para entender cómo usarlos, poca ayuda o guía del docente, entre otras.)

La mayoría de estudiantes de ambas instituciones afirmó no usar simuladores virtuales en sus clases de Química, por lo que las dificultades técnicas no representan el principal obstáculo; el problema radica en su escasa implementación. En general, los datos reflejan una brecha entre el potencial tecnológico disponible y su aplicación pedagógica, especialmente en la Institución A. Esta limitada incorporación de simuladores restringe el desarrollo de competencias científicas y digitales, así como la posibilidad de promover aprendizajes significativos mediante metodologías activas.

Tabla 5
Institución privada. Dimensión 2, pregunta 7

Dimensión 2: Tecnológicos	
Pregunta 6	
Opciones	En la institución hay acceso a computadoras, tabletas o internet para usar simuladores virtuales en Química
Siempre	12,77 %

	Casi siempre	6,38 %
	A veces	10,64 %
	Casi nunca	27,66 %
	Nunca	42,55 %
	Total	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Tabla 6
Institución pública. Dimensión 2, pregunta 6

Dimensión 2: Tecnológicos		
Pregunta 6		
En la institución hay acceso a computadoras, tabletas o internet para usar simuladores virtuales en Química		
Opciones		
Institución B	Siempre	6,00 %
	Casi siempre	8,00 %
	A veces	20,00 %
	Casi nunca	14,00 %
	Nunca	52,00 %
	Total	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Los resultados evidencian una baja disponibilidad de recursos tecnológicos para el uso de simuladores en Química. En la Institución A, el 42,55 % de los estudiantes reportó no tener nunca acceso a computadoras, tabletas o internet, y en la Institución B esta cifra llegó al 52 %. Las respuestas “casi nunca” también fueron altas (27,66 % en la A y 14 % en la B), lo que confirma la falta de infraestructura. Por el contrario, las opciones afirmativas apenas alcanzan el 29,79 % en la Institución A y el 34 % en la B, mostrando que menos de un tercio cuenta con condiciones mínimamente favorables.

Pregunta 8: ¿Qué simuladores virtuales han utilizado en tus clases de Química (por ejemplo, PhET, ChemCollective, otros)? ¿Por qué crees que se usan esos?

La mayoría de estudiantes de ambas instituciones señaló no haber utilizado simuladores virtuales en sus clases de Química. Esto confirma que herramientas como PhET o ChemCollective aún no forman parte de la práctica docente habitual, por lo que no es posible identificar preferencias ni razones de uso. Estos resultados refuerzan la evidencia sobre la baja

integración de recursos digitales y la necesidad de fortalecer su incorporación en la enseñanza de las ciencias.

Dimensión pedagógica, pregunta 9: ¿Qué estrategias o métodos utiliza tu docente para enseñar Química en clases?

En cuanto a las estrategias pedagógicas utilizadas en Química, los estudiantes de ambas instituciones señalaron que predomina un enfoque tradicional en la enseñanza de Química. Los recursos más utilizados son libros, pizarras, papelotes y prácticas convencionales, lo que refleja una metodología principalmente expositiva y con escasa incorporación de herramientas digitales o estrategias activas apoyadas en tecnología.

Tabla 7
Institución privada y pública. Dimensión 1 (Docentes), preguntas 1-2-3-4

Dimensión 1: Percepción Docente					
	Opciones	Pregunta 1 ¿Usted conoce simuladores virtuales de Química?	Pregunta 2 ¿Usted utiliza los simuladores al impartir su clase de Química?	Pregunta 3 Integra los simuladores virtuales en su planificación curricular	Pregunta 4 Nivel de dominio que posee en el uso de simuladores virtuales aplicados a la enseñanza de la Química
Institución A - B	Sí	100,00 %	0,00 %		
	No	0,00 %	100,00 %		
	Siempre			0,00 %	
	Casi siempre			0,00 %	
	A veces			33,33 %	
	Casi nunca			0,00 %	
	Nunca			66,67 %	
	Ninguno				0,00 %
	Básico				33,33 %
	Intermedio				33,33 %
	Avanzado				33,33 %
	Experto				0,00 %
	Total		100,00 %	100,00 %	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

La Dimensión 1 explora la relación entre el conocimiento, uso, planificación e integración curricular de simuladores virtuales de química desde la perspectiva docente.

El 100 % de los docentes afirma conocer los simuladores virtuales de química (Pregunta 1), lo que sugiere una familiaridad conceptual con estas herramientas. Sin embargo, ninguno

los utiliza en la enseñanza directa (Pregunta 2), lo que evidencia una brecha entre el saber y el hacer.

En la Pregunta 3, el 33,33 % afirmó que lo hace “a veces”, mientras que el 66,67 % señaló que “nunca” los incluye. Esto indica que la planificación docente aún se apoya mayoritariamente en metodologías tradicionales.

Los docentes se distribuyen equitativamente entre niveles de dominio básico, intermedio y avanzado (33.33 % cada uno), sin presencia de expertos (Pregunta 4).

Pregunta 5: ¿Qué tipos de dificultades ha enfrentado durante la implementación de simuladores virtuales en el área de Química (por ejemplo, limitaciones tecnológicas, pedagógicas o institucionales)?

Las respuestas de los docentes coinciden en que la principal barrera para el uso de simuladores virtuales en Química es la falta de recursos tecnológicos e infraestructura adecuada, más que la disposición docente, siendo la carencia de equipos, conectividad y políticas institucionales el obstáculo principal para su integración en el aula.

Tabla 8
Institución privada y pública. Dimensión 2 (Docentes), pregunta 6

Dimensión 2: Tecnológicos		
Pregunta 6		
	Opciones	La institución cuenta con acceso adecuado a dispositivos e internet para trabajar con simuladores
Institución A - B	Siempre	0,00 %
	Casi siempre	33,33 %
	A veces	0,00 %
	Casi nunca	33,33 %
	Nunca	33,33 %
	Total	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

En la pregunta 6, los resultados evidencian que las instituciones presentan limitaciones en el acceso a dispositivos e internet: un 33,33 % señala que “casi siempre” existe disponibilidad, mientras que el 66,66 % restante percibe que el acceso es insuficiente o nulo.

Esto refleja una barrera importante para el uso de simuladores virtuales en las clases de Química.

Pregunta 7: ¿Qué tipo de simuladores utiliza (por ejemplo, PhET, ChemCollective, otros)? ¿Por qué los eligió?

En relación con el uso de simuladores virtuales, se evidenció una adopción diversa entre los docentes. Uno de ellos afirmó no utilizar ningún simulador, lo que refleja una limitada integración tecnológica. Otros mencionaron emplear ChemCollective y PhET por su utilidad para representar fenómenos químicos de forma interactiva. También se reportó el uso de ChimeraX, una herramienta más vinculada a la biología, pero que muestra el interés por incorporar recursos digitales que faciliten la comprensión visual de conceptos complejos.

Tabla 9
Institución privada y pública. Dimensión 3 (Docentes), pregunta 8

Dimensión 3: Pedagógicos		
Pregunta 8		
	Opciones	Frecuencia de utilización de simuladores virtuales como herramienta didáctica
Institución A - B	Siempre	0,00 %
	Casi siempre	0,00 %
	A veces	33,33 %
	Casi nunca	0,00 %
	Nunca	66,67 %
	Total	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

En la pregunta 8, los resultados indican que la mayoría de los docentes (66,67 %) nunca emplea este recurso en sus clases, mientras que un 33,33 % lo utiliza “a veces”, y ninguno reportó hacerlo de manera habitual (“siempre” o “casi siempre”).

Pregunta 9: ¿Qué estrategias de enseñanza utiliza actualmente en su clase de Química?

Las estrategias de enseñanza empleadas por los docentes combinan métodos tradicionales con recursos didácticos concretos. Algunos fomentan la participación mediante preguntas y observación, mientras que otros apoyan la explicación con papelotes u

organizadores gráficos. No obstante, la falta de acceso a tecnología limita la incorporación de metodologías más innovadoras y reduce las posibilidades de diversificar la enseñanza.

Pregunta 10: ¿En qué momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje considera más útil el uso de simuladores (introducción, desarrollo, refuerzo, evaluación, etc.)?

Las respuestas de los docentes indican que el uso de simuladores virtuales resulta más beneficioso durante la fase de desarrollo de la clase, ya que permite la demostración y experimentación de conceptos en tiempo real. Además, algunos docentes consideran que estos recursos pueden integrarse a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Encuesta a estudiantes post aplicación de simuladores PhET

Los resultados muestran que los simuladores virtuales, especialmente PhET, favorecen la comprensión de conceptos complejos en Química y promueven un aprendizaje más activo y motivador. Tanto en la Institución A como en la B, los estudiantes valoraron positivamente su uso, aunque persisten desafíos como la necesidad de mayor capacitación docente, una integración más efectiva con las metodologías tradicionales y mejores condiciones tecnológicas. Las opciones de respuesta fueron: Siempre, Casi siempre, A veces, Casi nunca y Nunca.

Tabla 10
Institución privada. Dimensión 4, preguntas 10-11

Dimensión 4: Impacto Educativo			
		Pregunta 10	Pregunta 11
	Opciones	El uso de simuladores virtuales hace más interesantes o motivadoras las clases de Química.	Los simuladores virtuales me han ayudado a entender mejor los temas difíciles de Química.
Institución A	Siempre	40,43 %	38,30 %
	Casi siempre	31,91 %	36,17 %
	A veces	17,02 %	14,89 %
	Casi nunca	4,26 %	4,26 %
	Nunca	6,38 %	6,38 %
	Total	100,00 %	100,00 %

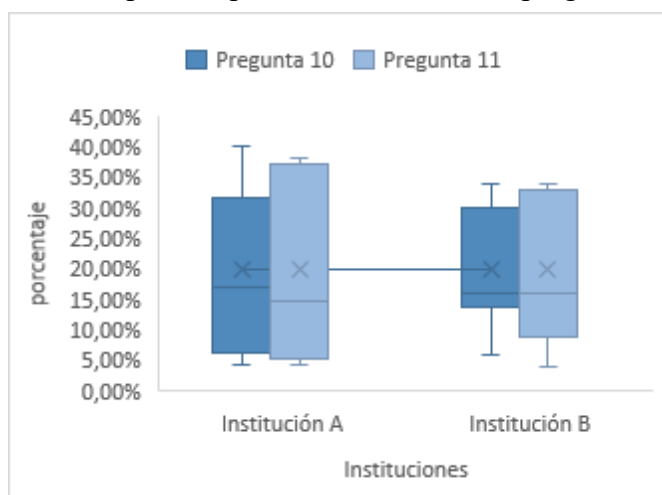
Nota. Elaboración propia.

Tabla 11
Institución pública. Dimensión 4, preguntas 10-11

Dimensión 4: Impacto Educativo			
		Pregunta 10	Pregunta 11
	Opciones	El uso de simuladores virtuales hace más interesantes o motivadoras las clases de Química.	Los simuladores virtuales me han ayudado a entender mejor los temas difíciles de Química.
Institución B	Siempre	34,00 %	32,00 %
	Casi siempre	30,00 %	34,00 %
	A veces	16,00 %	16,00 %
	Casi nunca	14,00 %	14,00 %
	Nunca	6,00 %	4,00 %
	Total	100,00 %	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Figura 1
Gráfico de cajas Institución pública/privada. Dimensión 4, preguntas 10-11



Nota: Elaboración propia.

El diagrama de cajas de la Dimensión 4: Impacto Educativo permite visualizar la percepción estudiantil respecto a los efectos cognitivos y afectivos que generaron estos recursos digitales en el aprendizaje de la Química.

En la Pregunta 10, se aprecia una mediana cercana al 15 % en ambas instituciones. En la Institución A, el rango intercuartílico amplio refleja diversidad en las percepciones: algunos estudiantes se sintieron muy motivados, mientras otros mantuvieron opiniones más neutras. El valor máximo superior al 35 % indica que una parte del grupo experimentó un notable incremento en su interés y participación. En la Institución B, la menor dispersión muestra mayor consenso en torno a la valoración positiva de los simuladores PhET como recurso motivador.

Esto coincide con Ortiz *et al.* (2025), quienes demuestran que el uso de simulaciones virtuales se relaciona con mejoras significativas en el rendimiento académico, en comparación con metodologías tradicionales, lo que respalda la idea de que las tecnologías educativas interactivas no solo promueven un aprendizaje más activo y participativo, sino que también incrementan la motivación estudiantil, factor clave en la construcción de conocimientos significativos.

En la Pregunta 11, la mediana también ronda el 15 %, aunque con menor variabilidad. En la Institución A, persisten diferencias individuales, pero predomina una percepción favorable. En cambio, en la Institución B, la caja más compacta evidencia respuestas más uniformes, lo que sugiere una experiencia de aprendizaje más coherente. En ambas instituciones, la cercanía entre la mediana y el promedio confirma que la mayoría de los estudiantes considera que los simuladores facilitan la comprensión de los contenidos difíciles de Química.

Según lo señalado por Carrión *et al.* (2020), la integración de simuladores junto con actividades experimentales contribuye significativamente a afianzar los aprendizajes organizados, especialmente en el área de soluciones químicas, demostrando que estos recursos ayudan a los estudiantes a comprender conceptos que, de otro modo, resultan muy abstractos.

Pregunta 12: ¿Qué sugerencias darías para que los docentes y la institución mejoren el uso de simuladores virtuales en las clases de Química?

En las sugerencias para mejorar el uso de simuladores virtuales en las clases de Química, los estudiantes de las instituciones A y B coincidieron en la importancia de implementar de manera efectiva estos recursos y garantizar el acceso a las herramientas tecnológicas necesarias. La mayoría expresó interés y curiosidad por los simuladores virtuales, lo que refleja una disposición favorable hacia su incorporación en el proceso de aprendizaje.

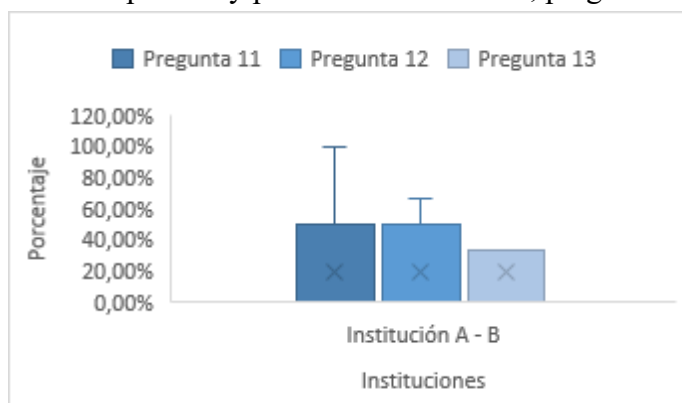
Según Machuca (2024), en América Latina, la incorporación de tecnologías de información y comunicación (TIC) se ha mostrado como una estrategia efectiva para la enseñanza de las ciencias. Estudios recientes indican que los simuladores virtuales contribuyen a mejorar el desempeño académico y a despertar un mayor interés de los estudiantes por la asignatura.

Tabla 12
Institución privada y pública. Dimensión 4 (Docentes), preguntas 11-12-13

Dimensión 4: Impacto Educativo				
	Opciones	Pregunta 11 El uso de simuladores virtuales contribuye positivamente al proceso de enseñanza de la Química	Pregunta 12 El uso de simuladores virtuales aumenta la motivación de los estudiantes en las clases de Química	Pregunta 13 Los simuladores ayudan a mejorar la comprensión de conceptos complejos en Química
Institución A - B	Siempre	100,00 %	33,33 %	33,33 %
	Casi siempre	0,00 %	66,67 %	33,33 %
	A veces	0,00 %	0,00 %	33,33 %
	Casi nunca	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	Nunca	0,00 %	0,00 %	0,00 %
	Total	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Nota. Elaboración propia.

Figura 2
Gráfico de cajas Institución pública y privada. Dimensión 4, preguntas 11-12-13



Nota. Elaboración propia.

El diagrama de cajas correspondiente a la Dimensión 4: Impacto Educativo refleja la valoración de los docentes sobre los efectos del uso de los simuladores PhET en el proceso de enseñanza de la Química.

En la Pregunta 11, el promedio cercano al 50 % y la amplia variabilidad reflejan opiniones diversas entre los docentes sobre el impacto de los simuladores en la enseñanza de la Química. Aunque la mayoría reconoce su valor pedagógico, la efectividad depende del grado de integración en la práctica docente y del manejo tecnológico del profesorado.

Los hallazgos de Sailema *et al.* (2025), destacan que estas herramientas facilitan la integración entre teoría y práctica, mejoran la dinámica de clase y son de fácil manejo, lo que sugiere que su incorporación sistemática puede transformar la experiencia pedagógica.

En la Pregunta 12, el promedio y la mediana se mantienen en niveles similares, pero con menor dispersión, lo que indica un mayor consenso. Los docentes coinciden en que los simuladores incrementan la motivación y participación estudiantil, generando clases más dinámicas e interactivas.

Asimismo, los hallazgos de este estudio coinciden con los reportados por Rodríguez (2023), quien documenta un incremento del 24 % en la comprensión conceptual y del 31 % en la motivación estudiantil al incorporar los simuladores PhET en ciclos lectivos especiales.

En la Pregunta 13, el promedio disminuye a aproximadamente 30 %, con baja variabilidad, lo que indica una percepción más moderada sobre el efecto de los simuladores en la comprensión conceptual. Esto podría explicarse porque algunos docentes aún no aprovechan completamente las potencialidades didácticas de estos recursos o los utilizan únicamente como complemento a los métodos tradicionales. Delgado *et al.* (2021) señalan que, aunque los simuladores son herramientas accesibles y efectivas, su máximo impacto depende del acompañamiento constante del docente y de la formación continua en el uso de tecnologías educativas.

Pregunta 14: ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la implementación de simuladores en el área de Química?

Los docentes recomiendan un enfoque integral para implementar simuladores virtuales en Química, destacando la necesidad de contar con equipos tecnológicos adecuados, el respaldo institucional en la gestión de recursos y la capacitación docente en herramientas digitales para asegurar su uso efectivo en el aula. Rodríguez *et al.* (2023), destacan la relevancia de implementar estrategias didácticas en la educación actual, subrayando la importancia de ajustar los enfoques pedagógicos a las distintas circunstancias y necesidades de los estudiantes.

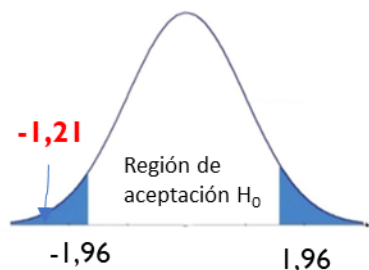
Análisis estadístico (t de Student)

Tabla 13
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Institución A	Institución B
Media	3,005319149	3,1325
Varianza	2,106638298	2,165357143
Observaciones	376	400
Varianza agrupada	2,13690809	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	774	
Estadístico <i>t</i>	-1,211216735	
P(T<= <i>t</i>) una cola	0,113091014	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1,646824694	
P(T<= <i>t</i>) dos colas	0,226182027	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	1,963033651	

Nota. Elaboración propia.

Figura 3
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales



Nota. Elaboración propia.

El valor del estadístico $t = -1,21$ se encuentra dentro del rango de aceptación de la hipótesis nula ($\pm 1,96$) y el valor $p = 0,226 > 0,05$. Por tanto, no existen diferencias significativas

entre las instituciones A y B respecto a los resultados obtenidos tras la aplicación de los simuladores virtuales, lo que indica un desempeño académico similar en ambas.

Implicación para la práctica

Los resultados obtenidos evidencian que el uso de simuladores virtuales, como PhET, fortalece significativamente la comprensión de los contenidos de Química y estimula el interés del estudiante por la asignatura. Esto sugiere la necesidad de replantear las estrategias pedagógicas tradicionales, promoviendo la integración de recursos digitales en las clases.

En este sentido, los docentes deben asumir un rol activo en la innovación educativa, incorporando actividades interactivas que permitan al estudiante experimentar, observar y analizar fenómenos químicos de manera virtual.

Asimismo, las instituciones educativas deberían ofrecer espacios de capacitación y dotar a las aulas de los recursos tecnológicos necesarios. La aplicación de estas estrategias contribuiría a un aprendizaje más dinámico, significativo y adaptado a las necesidades del contexto actual.

Conclusiones

La aplicación de los simuladores PhET demostró ser una estrategia pedagógica eficaz, ya que incrementa el interés y la motivación de los estudiantes hacia la Química, promoviendo la autonomía y fomentando una actitud más positiva frente al aprendizaje.

El estudio identificó dificultades como la falta de capacitación docente, la limitada conectividad y la escasez de recursos tecnológicos, lo que evidencia la necesidad de reforzar la implementación de estas herramientas mediante el apoyo institucional, la dotación de equipos y la formación continua del profesorado.

Se comprobó que los simuladores facilitan la comprensión de contenidos abstractos y complejos, además de favorecer el aprendizaje activo, siempre que exista una mediación docente adecuada que guíe y oriente las experiencias educativas.

Los datos obtenidos a través de encuestas, observaciones y entrevistas confirman que el uso de simuladores incrementa la participación y el entusiasmo de los estudiantes, consolidándose como un recurso innovador que mejora significativamente la enseñanza y el aprendizaje de la Química.

Referencias bibliográficas

- Casa Coila, M. D., Mamani Vilca, P. S., Tisnado Mamani, L. M., Pari Achata, D., & Vilca Apaza, H. M. (2023). *Model Chemlab and PhetSimulator: A didactic resource for chemistry learning in undergraduate students. International Journal of Membrane Science and Technology*, 10(5), 59–75. <https://doi.org/10.15379/ijmst.v10i5.2420>
- 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://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- 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>
- 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), Artículo 21. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2641>
- Flores Toala, J. M., Hidalgo López, M. C., Arias Villon, S. P., & Bustos Gaibor, A. F. (2024). Integración de simuladores en la educación superior: Un estudio sobre su impacto y desafíos en Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 9(7), 3048–3060. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7729>
- Galleguillos Caamaño, M. A., Osorio Vargas, M., Álvarez Lobos, N., Caamaño Silva, C., González Valderrama, P., Barbagelata Ravanal, M. J., Manríquez, G., & Adarmes Ahumada, H. (2019). Implementación de taller de aprendizaje activo en aulas masivas para potenciar el rendimiento académico en química, en estudiantes de Medicina Veterinaria de primer año. *Educación Química*, 30(2), 90-99. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.65067>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Machuca Coronado, B.A. (2024). *Educación en línea y las estrategias de enseñanza-aprendizaje en laboratorios de Fisicoquímica. Revista Científica del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, 7(1), 79-88. <https://doi.org/10.36958/sep.v7i1.230>

- Mejía Navarrete, J., V. (2004). Sobre la investigación cualitativa. Nuevos conceptos y campos de desarrollo. *Investigaciones sociales*, 8(13) 277-299. <https://doi.org/10.15381/is.v8i13.6928>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria* [PDF]. Ministerio de Educación del Ecuador. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Curriculo1.pdf>
- Ortiz Rúa, S. B., Bolaños Quintana, R. A., & Rumbaut Rangel, D. (2025). *Impacto de las simulaciones virtuales en la comprensión de conceptos abstractos de química en estudiantes de bachillerato* [Impact of virtual simulations on the understanding of abstract chemistry concepts in high school students]. *MQRInvestigar*, 9(1), e225. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e225>
- Otálvarez Vargas, L. G. (2022). *Laboratorio virtual mediante simulador PhET: Implementación de un laboratorio virtual en las prácticas de experimentación, mediante la incorporación del simulador PhET, orientado a fortalecer la comprensión de los estudiantes de décimo grado en la enseñanza de la física experimental de una institución oficial* [Tesis de maestría, Universidad del Norte]. <http://hdl.handle.net/10584/11482>
- Rodríguez Salcedo, L. G. (2023). *Implementación del simulador PhET en química para 10º, con estudiantes de modalidad ciclos lectivos especiales integrados (CLEI)*. *Dialéctica*, 2(20), 2117. <https://doi.org/10.56219/dialectica.v2i20.2117>
- Rodríguez Barboza, J. R., Huamani, R. Pablo, Sáenz, E. G. Deneri, Ramos, D. V., & Rodríguez Rojas, M. L. (2023). *Innovación educativa en acción: herramientas digitales y su impacto en la motivación de estudiantes universitarios*. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 7(30), 1739-1751. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i30.624>
- Sailema Castro, R. I., Licoa Vera, G. K., Carlin Chávez, E. L., & Bernardes Carballo, K. (2025). *Impacto del uso de los simuladores PhET en la enseñanza de química para bachillerato: desafíos y oportunidades docentes*. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(1), 507–534. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n1/903>
- Sánchez Mamarandi, L. B. (2023). *Simuladores virtuales para el aprendizaje de Química General I para estudiantes de primer semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Central del Ecuador en el semestre 2022-2022*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/30712>
- Urquizo Cruz, E. P., Sagñay Colcha, D. P. (2022). *Los simuladores virtuales para el aprendizaje de química general con los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología en el periodo mayo-octubre 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8654>

Conflictos de intereses:

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Declaración de autoría:

Zambrano Bazurto Katherine Jamileth: investigación e idea inicial, recolección, interpretación y análisis de los datos, traducción, redacción del manuscrito y aprobación en su versión final, elaboración de las conclusiones, adecuación a las normas de la revista y envío.

Yulexy Navarrete Pita: interpretación y análisis de los datos, redacción del manuscrito y aprobación en su versión final, cálculos estadísticos y revisión de las referencias bibliográficas.