

Herramientas tecnológicas interactivas y su impacto en el aprendizaje de Química y Biología en estudiantes de instituciones fiscales

Interactive technological tools and their impact on the learning of Chemistry and Biology in students of public institutions

-Fecha de recepción: 30-07-2026 -Fecha de aceptación: 27-08-2026 -Fecha de publicación: 16-09-2026

Martha María Yar Enríquez
Investigador Independiente, Quito Ecuador
myar24087@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-5319-6963>

Cristian David Torres Suárez
Investigador Independiente, Quito Ecuador
cristian23david@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9317-9964>

Jack Anthony Criollo Yaguana
Investigador Independiente, Loja Ecuador
jackcriollo1705@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1354-191X>

Peter Javier Pérez Cueva
Afilación, Ciudad, País
xavier.8000@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-5244-4115>

Resumen

El artículo examina cómo el uso de herramientas tecnológicas interactivas afecta el aprendizaje de Biología y Química en alumnos de escuelas públicas, el propósito fue examinar el impacto que tienen las herramientas interactivas de la tecnología en el aprendizaje de Química y Biología en los estudiantes de escuelas públicas, a través de un análisis sistemático de investigaciones científicas recientes. Las búsquedas se realizaron en bases de datos como Google Scholar, Dialnet, ERIC y Scopus; también se llevaron a cabo búsquedas en repositorios de universidades latinoamericanas; se utilizó PRISMA 2020 para hacer una revisión sistemática. Los documentos se publicaron durante el periodo 2020-2025, se dio prioridad a las tesis de posgrado, revisiones sistemáticas y estudios empíricos, así como a los artículos que incluían información acerca de simuladores PhET, realidad aumentada, gamificación, plataformas interactivas, laboratorios virtuales y escenarios virtuales. Según los hallazgos los factores que más contribuyen a la enseñanza son el acceso continuo, la mediación del docente, las metas curriculares y la retroalimentación, en Biología, los recursos visuales, las plataformas interactivas y la realidad

aumentada facilitan una mejor comprensión de los sistemas vivos; la representación de experimentos complejos y procesos microscópicos en química se facilita gracias a los laboratorios virtuales y los simuladores. Se concluye que, si la tecnología interactiva cumple con criterios pedagógicos, de equidad digital, de seguimiento del docente y de evaluación coherente con las capacidades científicas requeridas en el bachillerato fiscal ecuatoriano actual y regional, además de contar con un seguimiento institucional y una mejora continua, se fortalece el aprendizaje.

Palabras clave: herramientas tecnológicas interactivas; aprendizaje de Química; aprendizaje de Biología; instituciones fiscales; revisión sistemática.

Abstract

The purpose of this article was to examine the impact that interactive technology tools have on the learning of Chemistry and Biology in public school students, through a systematic analysis of recent scientific research. The searches were carried out in databases such as Google Scholar, Dialnet, ERIC and Scopus; searches were also carried out in repositories of Latin American universities; PRISMA 2020 was used to conduct a systematic review. The papers were published during the period 2020-2025, priority was given to postgraduate theses, systematic reviews and empirical studies, as well as articles that included information about PhET simulators, augmented reality, gamification, interactive platforms, virtual labs and virtual scenarios. According to the findings, the factors that contribute the most to teaching are continuous access, teacher mediation, curricular goals and feedback, in Biology, visual resources, interactive platforms and augmented reality facilitate a better understanding of living systems; The representation of complex experiments and microscopic processes in chemistry is facilitated by virtual laboratories and simulators. It is concluded that, if interactive technology meets pedagogical criteria, digital equity, teacher monitoring and evaluation consistent with the scientific capacities required in the current and regional Ecuadorian fiscal baccalaureate, in addition to having institutional monitoring and continuous improvement, learning is strengthened.

Keywords: interactive technological tools; Chemistry learning; Biology learning; public schools; systematic review.

Introducción

El uso de tecnologías interactivas en la enseñanza de las ciencias se ha vuelto especialmente importante en los sistemas educativos posteriores a la pandemia, por el aumento de simuladores, laboratorios virtuales, plataformas educativas, herramientas digitales, aplicaciones que utilizan realidad aumentada y espacios para evaluación en línea. La revista Neosapiencia, dedicada a las Ciencias de la Educación, considera que los artículos de revisión bibliográfica contribuyen a organizar la literatura vinculada con sus áreas temáticas. Esto es relevante para tratar el empleo educativo de las tecnologías digitales en Biología y Química.

En todo el mundo, las ideas ya no se enfocan únicamente en la capacidad de conexión o en la disponibilidad del equipo, las instituciones educativas afirman que la tecnología tiene que ser valorada por su aporte a la equidad, el aprendizaje y la calidad pedagógica.

Según el Informe GEM señala que la tecnología se vincula con el ODS 4 como insumo, medio de entrega, competencia, herramienta de planificación y componente del entorno social y cultural (UNESCO, 2023), también Forsström et al. (2025) sostienen que se necesita una alineación pedagógica, habilidades digitales de los profesores y planificación para su uso exitoso, ya que una integración incorrecta puede generar distracción, sobrecarga cognitiva e inequidad digital.

Las disparidades digitales que se vinculan con el lugar geográfico, la infraestructura existente, el desarrollo de competencias digitales y la situación socioeconómica continúan existiendo en América Latina y el Caribe, estas brechas provocan desigualdades en términos de acceso a las tecnologías y su uso educativo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2022; UNESCO, 2023).

En la instrucción de las ciencias experimentales, estas restricciones son particularmente significativas porque varios temas de Biología y Química exigen ver procesos abstractos, microscópicos o dinámicos que no siempre se pueden observar directamente (Salame y Makki, 2021; Jaballudin y Khalid, 2024).

En esta situación, los laboratorios virtuales, simuladores, recursos de realidad aumentada y métodos de La gamificación tienen el potencial de incrementar las oportunidades para aprender, en particular cuando hay limitaciones con respecto a infraestructura y materiales, esto es posible siempre que se incorporan con fines pedagógicos bien definidos y mediación docente (Kalogiannakis et al., 2021; Rosli y Ishak, 2024).

La Agenda Educativa Digital 2021-2025 tiene como objetivo guiar la transformación digital de la educación en Ecuador a través de la incorporación de tecnologías en los procesos educativos, el fortalecimiento de las competencias digitales, la capacitación docente y el establecimiento de condiciones que promuevan el aprendizaje en contextos digitales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021), estas pautas son significativos para las instituciones fiscales porque la integración de tecnologías tiene que estar conectada con el currículo nacional, la práctica de los docentes y la evaluación de lo aprendido.

Los instrumentos tecnológicos interactivos incluyen recursos digitales que promueven la intervención activa del alumno a través de la manipulación de variables, la visualización dinámica, la experimentación, la respuesta y la retroalimentación, esta categoría abarca simuladores como PhET, laboratorios virtuales, plataformas de gamificación y recursos de realidad aumentada en el contexto de la educación científica (Jaballudin y Khalid, 2024; Kalogiannakis et al., 2021; Rosli y Ishak, 2024; Salamey Makki, 2021).

El valor pedagógico no se basa solamente en su naturaleza digital, sino también en la interacción que permiten entre los contenidos, el estudiante, los problemas y las variables del aprendizaje (UNESCO, 2023).

Cuando se dice que los alumnos han aprendido Química, se está hablando de un proceso a través del cual ellos entienden la materia su estructura, cambios, reacciones, enlaces químicos, bases y ácidos, equilibrio, nomenclatura, leyes experimentales y modelos. La literatura revisada concuerda en que la Química a menudo se considera compleja debido a su elevado nivel de abstracción y al requerimiento de moverse entre representaciones microscópicas, macroscópicas y simbólicas. Por ejemplo, Salame y Makki (2021) informan que los simuladores PhET ayudan a entender conceptos químicos al visualizar de forma dinámica procesos submicroscópicos, por otra parte, el estudio de la Biología incluye construir saberes acerca de organismos, células, tejidos, ecología, fisiología, evolución y genética.

En este ámbito, los recursos visuales, la realidad aumentada y las plataformas interactivas permiten mostrar estructuras y procesos microscópicos, tridimensionales o dinámicos que no siempre son observables directamente en el salón de clases (Stanič y Špernjak, 2025), según varios estudios (Jaballudin y Khalid, 2024; Romero et al., 2023; Stanič y Špernjak, 2025), la realidad aumentada tiene el potencial de favorecer el interés, la participación, la motivación y, en ciertos contextos, el desempeño académico en temas como fisiología vegetal, citología y anatomía.

En las instituciones fiscales, la enseñanza de Biología y Química depende de la infraestructura, la conectividad, la disponibilidad de laboratorios, la preparación del profesorado, el acceso a dispositivos por parte de los alumnos, el apoyo familiar y la continuidad curricular. En consecuencia, no se debe entender la implementación de tecnología interactiva como un reemplazo del docente o de la experiencia de laboratorio en sí. La revisión de 2024 por parte de Rosli e Ishak acerca de laboratorios virtuales en la educación científica señala que, a pesar de que su aporte depende del contexto y del diseño pedagógico, estos recursos permiten prácticas independientes, una conexión entre teoría y práctica y también un mejoramiento en los resultados educativos.

En el contexto de Ecuador, se encuentran investigaciones relevantes para esta revisión. Con alumnos de séptimo grado de educación básica, Padilla (2021) utilizó recursos digitales educativos en Ciencias Naturales y observó avances en la comprensión, el desarrollo de competencias digitales y el trabajo en equipo, se hallaron en la Universidad Nacional de Chimborazo trabajos de posgrado sobre técnicas inmersivas en química para el bachillerato y realidad aumentada en biología, ambos orientados a contextos educativos ecuatorianos.

En cuanto a la educación, la unión de inteligencia artificial, pedagogía y recursos digitales ha creado formas novedosas de actualizar el proceso educativo, siempre que las determinaciones pedagógicas no se limitan únicamente a lo que es atractivo desde una perspectiva técnica en las plataformas, en esta situación, la capacitación continua de los maestros es especialmente importante: necesitan actualizarse, tener apoyo, reflexionar sobre su práctica y contar con criterios para seleccionar recursos que se adecuen a lo que sus alumnos ya conocen, a las condiciones de la institución y a los retos de cada materia.

La formación, la conectividad, el currículo digital y la innovación comprenden las líneas de acción de la política de educación digital ecuatoriana para el período 2021-2025, estos enfoques permiten integrar tecnologías sin renunciar al sentido pedagógico de la enseñanza científica.

El derecho que poseen los estudiantes de instituciones públicas de participar en experiencias de aprendizaje científico de alta calidad, aun cuando las instalaciones del laboratorio sean escasas, está vinculada con la importancia social de la investigación, su relevancia práctica radica en orientar a los educadores acerca de recursos que son viables desde el punto de vista curricular y que pueden ser aplicados con una inversión reducida, su relevancia desde el punto de vista metodológico radica en la estructuración sistemática de la literatura contemporánea mediante PRISMA 2020, lo cual permite que los criterios para buscar, elegir y sintetizar sean claros.

También como investigación sus fundamentos son una conexión entre la pedagogía, la educación, las ciencias experimentales, la tecnología educativa y la equidad, así como la política pública.

Se establece a continuación el objetivo general con el fin de guiar la investigación y definir su alcance: examinar cómo las herramientas tecnológicas interactivas afectan el aprendizaje de Química y Biología en estudiantes de escuelas públicas, a través de un estudio sistemático de investigaciones científicas contemporáneas.

Los objetivos específicos que guían la revisión sistemática del uso de instrumentos tecnológicos interactivos en la enseñanza de Química y Biología a estudiantes de instituciones fiscales son: a) caracterizar las clases de herramientas tecnológicas interactivas utilizadas para educar en Química y Biología; b) clasificar hallazgos recientes sobre su relación con el rendimiento, la motivación, el entendimiento conceptual y la participación; c) determinar circunstancias pedagógicas e institucionales que facilitan o limitan su implementación en entidades fiscales; d) formular recomendaciones para incluir estas herramientas didácticamente en el bachillerato y la educación básica superior.

Materiales y Métodos

2.1 Enfoque y tipo de investigación

La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque de revisión sistemática de tipo cualitativo-documental. Este diseño posibilita reunir, depurar y sintetizar la literatura científica con criterios explícitos, para responder a una pregunta concreta. Para comunicar el proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de documentos, se utilizó PRISMA 2020 Page et. al. (2021), como guía. Esta declaración proporciona listas de verificación y diagramas de flujo para hacer más claro el procedimiento y actualiza las directrices para informar revisiones sistemáticas.

El estudio tiene un enfoque descriptivo e interpretativo. Es descriptivo ya que clasifica niveles educativos, asignaturas, herramientas, países y resultados. Es interpretativo porque vincula los resultados con las condiciones pedagógicas, curriculares y de la institución educativa pública.

2.2 Método y procesamiento de la información

La literatura metodológica que trata sobre las revisiones sostiene que el procedimiento tiene que permitir la trazabilidad, criterios de búsqueda reproducibles y una justificación para las exclusiones. Según Pardal y Pardal (2020), es necesario que una revisión bibliográfica sistemática esté lo suficientemente detallada para que otro investigador pueda replicarla. Se utilizó el Manual

JBÍ para la síntesis de evidencia como una guía para estructurar la lectura crítica, la extracción y la síntesis de los resultados.

La cuestión que guió la investigación fue: ¿cuál es la repercusión que señala la literatura más reciente acerca del empleo de instrumentos tecnológicos interactivos en el aprendizaje de Biología y Química por parte de alumnos de entidades públicas o contextos similares?

El periodo de estudio se limitó a 2020-2025. Se revisaron fuentes y bases públicas: Bases de datos como ERIC, Redalyc, SciELO, Dialnet y Scopus; Google Scholar; repositorios universitarios de países como Colombia, Ecuador, España y Perú; además de documentos sobre política educativa. Para extender la recolección de estudios, se incorporaron términos en inglés y español.

Tabla 1.

Cadenas de búsqueda empleadas

Base o fuente	Cadena de búsqueda
Scopus / ERIC	interactive technological tools AND chemistry learning AND secondary students
Scopus / ERIC	virtual laboratory AND chemistry education AND academic achievement
Scopus / ERIC	augmented reality AND biology education AND student learning
SciELO / Dialnet / Redalyc	herramientas digitales AND aprendizaje de química AND educación secundaria
SciELO / Dialnet / Redalyc	TIC AND enseñanza de la química AND revisión sistemática
Google Scholar	realidad aumentada AND aprendizaje de biología AND bachillerato
Google Scholar	simuladores PhET AND química AND aprendizaje
Repositorios Ecuador	herramientas digitales interactivas AND Ciencias Naturales AND instituciones fiscales
Repositorios Ecuador	métodos inmersivos AND Química AND bachillerato
Repositorios Ecuador	realidad aumentada AND Biología AND bachillerato general unificado

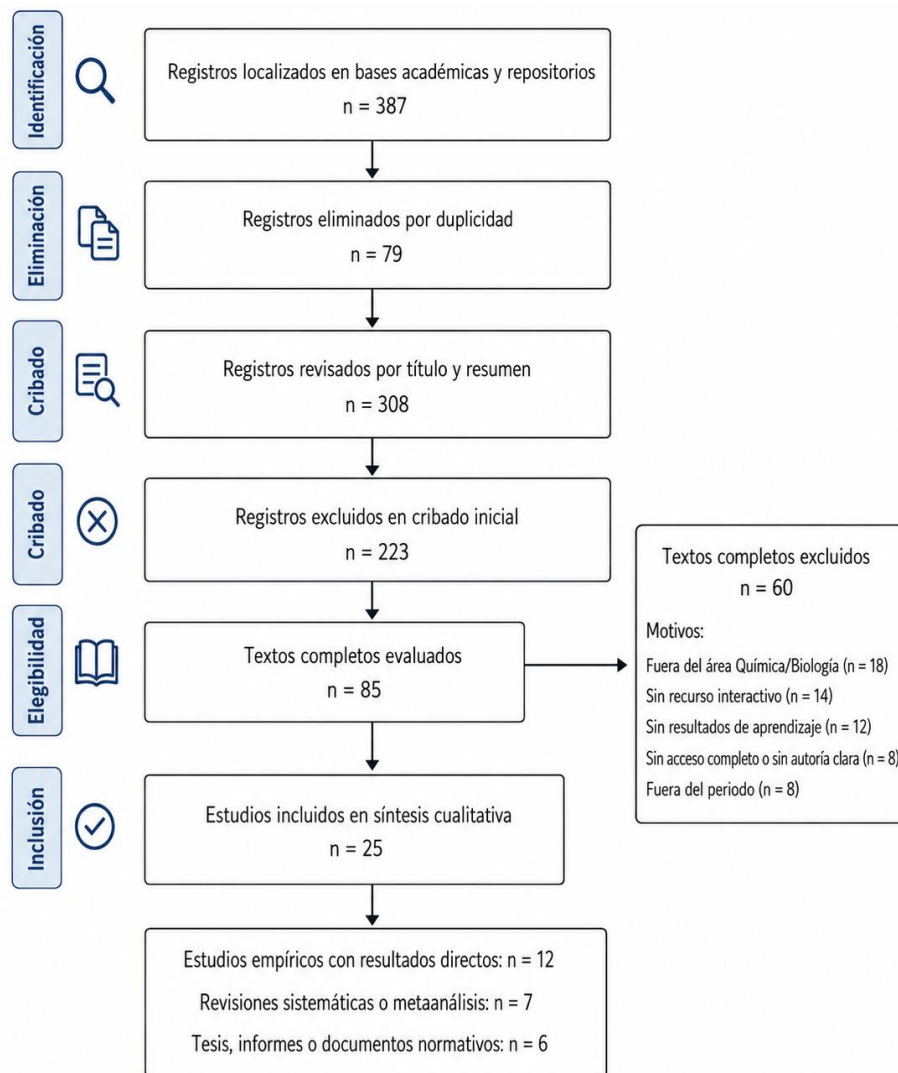
Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones entre 2020 y 2025.	Publicaciones anteriores a 2020, salvo citas conceptuales imprescindibles.
Investigaciones acerca de Ciencias Naturales, Biología o Química que tengan una conexión directa con el aprendizaje.	Trabajos enfocados en la gestión educativa, pero sin información pedagógica.

Tesis de posgrado, artículos originales, revisiones sistemáticas, informes técnicos o documentos sobre política educativa.	Opiniones, ensayos no estructurados, publicaciones de blog o contenidos sin autor.
Recursos interactivos: entornos virtuales de aprendizaje, simulaciones, realidad aumentada, plataformas, videos interactivos y gamificación.	Empleo genérico de internet o computadora sin intervención pedagógica.
Investigaciones con información acerca de la motivación, la participación, el rendimiento, la percepción o la comprensión de los estudiantes.	Textos que no tienen resultados relacionados con el aprendizaje.
Investigaciones con información acerca de la motivación, la participación, el rendimiento, la percepción o la comprensión de los estudiantes.	Duplicados o documentos sin acceso al texto completo.
Estudios de educación pública, fiscal o contextos escolares equivalentes; se admitieron estudios universitarios cuando el recurso era transferible a bachillerato.	Estudios centrados en educación superior sin relación con Química, Biología o formación científica escolar.

Figura 1. *Proceso de selección (PRISMA)*



Resultados y Discusión

Cuatro tendencias fueron identificadas gracias a la revisión. La primera se relaciona con el uso de laboratorios virtuales y simuladores para fortalecer la comprensión de los temas abstractos en Química. La segunda se refiere a la aplicación de recursos visuales y de realidad aumentada para mejorar la comprensión de los procesos biológicos. La tercera incluye plataformas interactivas, videos con feedback inmediato y elementos de gamificación, los cuales ayudan a motivar e involucrar. La cuarta alude a las condiciones para la implementación, que abarcan la evaluación del aprendizaje, el desarrollo profesional de los profesores, la conectividad y la importancia dentro del currículo.

En Química, las investigaciones analizadas indican que los simuladores y laboratorios virtuales son efectivos cuando se necesita observar enlaces, reacciones, equilibrio, partículas o transformaciones químicas que no se pueden ilustrar en una clase tradicional. Según Salame y Makki (2021), que realizaron una investigación con 158 alumnos de un establecimiento público urbano en los Estados Unidos, se reportaron percepciones favorables hacia PhET, evidenciando avances en la comprensión conceptual y las actitudes hacia el aprendizaje de química. En el trabajo de Kaouk (2023), en una unidad de ácido-base, se utilizó un laboratorio virtual con estudiantes de décimo grado en una escuela pública libanesa. El grupo que fue sometido a la enseñanza tradicional obtuvo peores resultados que el grupo experimental en términos de rendimiento académico y actitud en Química.

Las revisiones sistemáticas de TIC y química confirman una tendencia positiva, pero advierten acerca de la variedad de métodos. Candela et al. (2022) revisaron la literatura sobre TIC en química y educación básica entre 2015 y 2021; de los 100 registros iniciales, seleccionaron 35 estudios cuyos hallazgos estaban vinculados a la optimización de aprendizajes y al avance en habilidades digitales. Rosli e Ishak (2024) agregaron que los laboratorios virtuales respaldan la conexión entre la práctica y la teoría, así como también la autonomía del alumno y los logros en el aprendizaje de las ciencias.

La realidad aumentada se presenta como un recurso con gran potencial visual e interactivo en el campo de la biología. Kul y Berber (2022) realizaron una investigación sobre un curso de ciencias de séptimo grado que utilizaba aplicaciones de realidad aumentada y exámenes de actitud, motivación y rendimiento; el diseño incorporó tareas con Element 4D, tarjetas científicas y códigos QR. Jaballudin et al. (2024) trataron sobre la realidad aumentada con alumnos de secundaria en la fisiología vegetal, utilizando un cuestionario de aceptación, una prueba previa y otra posterior. Tanto Sigüencia y Kayap (2022) crearon un software de realidad aumentada para respaldar la enseñanza de Biología en el nivel secundario en Ecuador, al tiempo que Yerbabuena (2023) aplicó dicha tecnología en una institución educativa de Pelileo.

La participación, la evaluación formativa y la retroalimentación están relacionadas con las plataformas interactivas. Para Ciencias Naturales, en Ecuador, Padilla (2021) utilizó herramientas como Genially, Quizizz y simuladores, entre otros recursos digitales. El 90,5% de los estudiantes pensó que estas herramientas ayudaron a entender temas; el 85,7%, a desarrollar habilidades

digitales; y el 81%, al trabajo en equipo. Dado que permiten contemplar alternativas económicas en ausencia de laboratorios completos, estas cifras son importantes para las entidades fiscales. No obstante, no se deben considerar los resultados como un apoyo acrítico a la digitalización. La OCDE afirma que los resultados favorables dependen de la calidad de integración, las metas, el tiempo de uso y las prácticas docentes. Si no se toman en cuenta estas variables, la tecnología puede generar distracción, sobrecarga cognitiva o marginación debido a la falta de acceso. UNESCO afirma que la tecnología tiene que complementar la interacción humana en vez de reemplazarla. En consecuencia, en Biología y Química la tecnología debe utilizarse para una secuencia didáctica que incluya diagnóstico, exploración, práctica guiada, discusión, aplicación, evaluación y retroalimentación.

Tabla 3

Resumen comparativo de los artículos seleccionados

Autor/año	País	Área	Herramienta	Tipo de estudio	Principales resultados
Salame y Makki (2021)	Estados Unidos	Química	Simuladores PhET	Estudio con encuesta a 158 estudiantes	Percepciones favorables sobre comprensión conceptual, visualización de procesos y actitud hacia la Química.
Candela et al. (2022)	Perú / revisión regional	Química	TIC	Revisión sistemática	Se escogieron 35 registros de un total de 100; los hallazgos están relacionados con la optimización de las competencias digitales y el aprendizaje.
Kaouk (2023)	Líbano	Química	Laboratorio virtual Crocodile Chemistry	Cuasi-experimental	El grupo que utilizó un laboratorio virtual tuvo un rendimiento y una actitud superiores en comparación con el grupo tradicional.
Fitriyana et al. (2024/2025)	Indonesia	Química	VICH-Lab	Cuasi-experimental	El laboratorio virtual en aprendizaje combinado tuvo efecto favorable en independencia y rendimiento.

Autor/año	País	Área	Herramienta	Tipo de estudio	Principales resultados
Rosli e Ishak (2024)	Malasia / revisión internacional	Ciencias	Laboratorios virtuales	Revisión sistemática	Los laboratorios virtuales mejoran la práctica científica, el aprendizaje autónomo y los resultados de aprendizaje.
Kul y Berber (2022)	Turquía	Ciencias	Realidad aumentada	Cuasi-experimental	Aplicación de la RA en el séptimo grado con exámenes de rendimiento y motivación; optimiza la experiencia de aprendizaje.
Jaballudin et al. (2024)	Malasia	Biología	Realidad aumentada	Estudio aplicado	Uso de RA en la fisiología vegetal; se evaluaron el rendimiento, la aceptación y el interés de los estudiantes.
Saritama et al. (2023)	Ecuador	Biología	Aplicativo de RA	Exploratorio	Estudiantes valoraron positivamente el recurso de realidad aumentada como apoyo motivador.
Siguencia Salazar y Kayap Cajeca (2022)	Ecuador	Biología	Software con RA	Tesis de grado	Implementación de recurso móvil para apoyar la enseñanza de Biología en bachillerato.
Yerbabuena Torres (2023)	Ecuador	Biología	Realidad aumentada	Tesis de posgrado	Propuesta para enseñanza-aprendizaje de Biología en BGU de la Unidad Educativa Pelileo.
Padilla Tacuri (2021)	Ecuador	Ciencias Naturales	Simuladores, Genially, Quizizz, Canva	Investigación aplicada	Mejora en comprensión de temas, habilidades digitales y trabajo colaborativo.
Pulgar Astudillo (2023)	Ecuador	Química	Métodos inmersivos	Tesis de posgrado	Trabajo sobre métodos inmersivos en aprendizaje de Química en tercero de bachillerato.

Los estudios revisados permiten asegurar que las herramientas tecnológicas interactivas contribuyen al aprendizaje de Biología y Química si se integran en una planificación didáctica consistente, con actividades dirigidas, retroalimentación y conexión directa con los contenidos del currículo. Cuando se trata de instituciones fiscales, esta contribución es más valiosa debido a las limitaciones frecuentes en términos de materiales, reactivos, laboratorios, conectividad y recursos audiovisuales. Por lo tanto, los resultados de la literatura no deben interpretarse como un reemplazo del trabajo de los docentes, sino como una oportunidad para enriquecer las experiencias de aprendizaje científico a través de recursos digitales que son accesibles con facilidad, tiene un costo bajo y poseen un gran potencial visual.

Salame y Makki (2021) informaron que el uso de simuladores PhET tuvo un impacto positivo en las actitudes y percepciones de los alumnos hacia el aprendizaje de la materia, específicamente en el campo de la química. Los autores realizaron su trabajo con alumnos de Química General II y descubrieron que las simulaciones interactivas ayudaron a entender conceptos abstractos, visualizar procesos submicroscópicos y establecer la relación entre teoría y práctica. Este resultado es relevante para el artículo actual porque muchos temas de la química escolar, tales como enlaces, equilibrio químico, estructura atómica, soluciones o reacciones, a menudo son difíciles de entender a través de explicaciones orales o ejercicios escritos. En este contexto, los simuladores permiten que el alumno examine variaciones, modifique variables y evalúe las repercusiones de sus elecciones en un ambiente seguro.

Del mismo modo, Kaouk (2023) utilizó a alumnos de décimo grado para comparar la educación convencional en la unidad de ácidos y bases con el empleo de un laboratorio virtual. Los hallazgos del estudio indicaron que el conjunto de alumnos que empleó laboratorio virtual obtuvo un mayor rendimiento académico y una actitud más optimista en relación con la Química. Este descubrimiento está relacionado con las exigencias de las instituciones fiscales, en las que no siempre hay circunstancias adecuadas para llevar a cabo prácticas experimentales con reactivos, equipos o normas de seguridad completas. En estos casos, el laboratorio virtual puede ser un recurso auxiliar, inicial o de refuerzo para ayudar al estudiante a entender el proceso experimental antes de que se implemente en una situación real.

La visión sobre el uso de las TIC en la enseñanza de Química se amplía con la revisión de Candela et al. (2022). La literatura científica publicada entre 2015 y 2021 en las bases de datos Redalyc, SciELO, Scopus y Dialnet fue analizada por los autores. Tras realizar las pautas de

inclusión y exclusión, seleccionaron 35 artículos entre más de cien encontrados. Sus descubrimientos señalan que las TIC pueden fortalecer la enseñanza de Química en la educación básica, especialmente si se combinan con actividades de aprendizaje activo y con el desarrollo de competencias digitales. Este hallazgo concuerda con los resultados de las investigaciones de Salame y Makki (2021) y Kaouk (2023), dado que todos los estudios coinciden en que la tecnología apoya el aprendizaje al posibilitar la visualización, experimentación y participación en la elaboración del saber químico.

Los laboratorios virtuales en ciencias fueron objeto de un análisis sistemático por parte de Rosli e Ishak (2024) con respecto a su incorporación en la enseñanza de las ciencias, los investigadores expresaron que estos recursos favorecen la comprensión de los métodos experimentales, el vínculo entre la práctica y la teoría, la autonomía del estudiante y el alcance de los resultados en el ámbito educativo.

No sin embargo, el modo en que los profesores incorporan los laboratorios virtuales a sus clases determina la contribución de estos, si el alumno emplea el recurso sin una instrucción específica, es posible que su utilización sea únicamente superficial.

Por al contrario, si la actividad incluye preguntas, predicciones, recolección de datos y una reflexión final, tiene un valor pedagógico. En Biología, la realidad aumentada es una de las herramientas más efectivas para ilustrar sistemas, procesos y estructuras que no se pueden observar directamente en todo momento.

Kul y Berber (2022) examinaron el impacto de una clase de ciencias de séptimo año con realidad aumentada en la motivación y el desempeño académico del alumnado, el estudio, de diseño cuasi experimental, registró un alto nivel de motivación hacia los materiales de realidad aumentada y una mejoría en el aprendizaje sobre contenidos vinculados a elementos y compuestos. A pesar de que el contenido específico pertenece a la rama de ciencias, sus resultados se pueden aplicar a Biología, ya que la realidad aumentada posibilita una visualización más cercana a la experiencia del estudiante de objetos tridimensionales, tejidos, órganos, células o procesos fisiológicos. En el tema de fisiología de plantas, Jaballudin et al., (2024) investigaron la aplicación de la realidad aumentada en Biología, específicamente con alumnos de secundaria. Los autores informaron que la realidad aumentada tiene el potencial de incrementar la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes en temas de Biología, ya que posibilita visualizar procesos y estructuras que son difíciles de mostrar con representaciones planas o explicaciones

verbales. Este resultado está asociado con una necesidad común en la enseñanza de la Biología: convertir contenidos microscópicos o abstractos en vivencias visuales que hagan más fácil su entendimiento. Por lo tanto, la realidad aumentada puede resultar beneficiosa en temas como la reproducción de las plantas, la fotosíntesis, la anatomía, la fisiología humana, los ecosistemas, las células y la genética.

Esta tendencia se ve reforzada por la literatura actual sobre realidad aumentada en Biología. En una revisión acerca de la realidad aumentada en la enseñanza de biología, Stanič (2025) informó que esta tecnología promueve el entendimiento de conceptos complejos, la autoeficacia y la motivación al superponer datos virtuales en tres dimensiones sobre situaciones reales. Este resultado sugiere que la realidad aumentada no contribuye solamente por su atractivo visual, sino también por su habilidad para disminuir el abismo entre la idea científica y lo que vive realmente el alumno. Este tipo de recurso brinda una opción de soporte en instituciones fiscales, donde puede haber falta de láminas actualizadas, microscopios, modelos anatómicos o material de laboratorio, siempre y cuando haya acceso a dispositivos móviles y orientación docente.

En el Ecuador, Padilla Tacuri(2021) utilizó herramientas digitales de educación en la enseñanza de Ciencias Naturales a los alumnos del séptimo grado de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán. La planificación didáctica incluyó recursos como infografías digitales, presentaciones, Voki, Quizizz y Genially. La autora informó que estas herramientas respaldaron la comprensión de los contenidos en Ciencias Naturales, así como el aprendizaje activo, el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades digitales. El presente artículo se beneficia de este antecedente, ya que indica que en Ecuador ya hay experiencias que relacionan herramientas interactivas con el aprendizaje científico escolar.

Los hallazgos de Padilla (2021) conversan con las contribuciones internacionales, ya que concuerdan en que el aprendizaje científico se optimiza si el alumno tiene interacción con el contenido, responde a preguntas, examina representaciones, repasa errores y toma parte en actividades de colaboración. En Biología, se expresa a través de modelos visuales, realidad aumentada y recursos digitales; en Química, por medio de laboratorios virtuales y simuladores; en Ciencias Naturales, mediante juegos educativos, plataformas para evaluar, infografías y actividades interactivas. El valor del recurso tecnológico es mucho mayor si cumple con un objetivo de aprendizaje en lugar de uno decorativo.

Se puede organizar el impacto de las herramientas tecnológicas interactivas en cuatro dimensiones, según los estudios analizados. La primera es conceptual, ya que asisten al alumno a entender procesos abstractos, microscópicos o dinámicos. La segunda es motivacional, ya que incrementan el interés en la clase y disminuyen la percepción de dificultad en las ciencias. La tercera es procedimental, ya que posibilita la práctica, la experimentación, la documentación, el análisis comparativo y la rectificación de errores. La cuarta es actitudinal, ya que contribuye a una actitud más positiva hacia la Biología, la Química y las Ciencias Naturales.

Sin embargo, los estudios revisados también hacen posible identificar limitaciones. Por sí misma, la tecnología no asegura un aprendizaje mejorado. La contribución de usted depende de la capacitación del profesor, de la elección del recurso, de la claridad en las instrucciones, de la disponibilidad de dispositivos, de la conectividad y del análisis posterior. En las instituciones fiscales, se requiere mayor atención a estos elementos, porque si algunos alumnos no tienen acceso a internet, teléfono móvil, ordenador o apoyo familiar, la brecha digital puede aumentar las desigualdades. Por esta razón, para integrar herramientas interactivas es necesario planificar a nivel institucional, capacitar a los docentes y utilizar recursos que sean accesibles.

En resumen, al integrar las herramientas tecnológicas interactivas en una propuesta pedagógica bien estructurada, se puede afirmar que tienen un efecto positivo en el aprendizaje de Biología y Química. Candela et al. (2022), Salame y Makki (2021) y Kaouk (2023) apoyan la importancia de las TIC, los simuladores y los laboratorios virtuales en el área de Química. La contribución de la realidad aumentada a las ciencias y a la Biología tiene el apoyo de Stanič (2025), Jaballudin et al. (2024) y Kul y Berber (2022). Padilla Tacuri (2021) proporciona evidencia proveniente de Ecuador acerca del empleo de herramientas digitales en las Ciencias Naturales.

Conclusión

El estudio concluye que los instrumentos tecnológicos interactivos tienen un efecto positivo en el aprendizaje de Química y Biología si se emplean con propósitos pedagógicos, metas curriculares claras y la intervención del docente; en instituciones fiscales, su valor se incrementa si logran superar las restricciones de laboratorio, materiales o tiempo de práctica experimental sin reemplazar la experiencia presencial ni el diálogo entre el profesor y el alumno.

Para el primer objetivo específico, se reconocieron como recursos de uso comunes las plataformas de gamificación, los simuladores PhET, la realidad aumentada, los laboratorios virtuales, los entornos virtuales y herramientas en línea como Quizizz, Edpuzzle, Liveworksheets o Canva, estos

instrumentos ofrecen diferentes grados de interacción: reacción instantánea, visualización dinámica, manejo de variables, evaluación formativa, creación conjunta de productos y práctica independiente.

En lo que respecto al segundo objetivo específico, el análisis de la literatura muestra avances en aspectos como motivación, desempeño, participación, postura hacia las ciencias, autonomía y comprensión conceptual, el beneficio se manifiesta con fuerza en las prácticas de laboratorio complejos, en los contenidos abstractos y en la química. Los materiales visuales y la realidad aumentada contribuyen a la comprensión de las estructuras y los procesos vivos en el campo de la Biología.

Los estudios ecuatorianos examinados confirman que los instrumentos digitales pueden ayudar a enseñar Ciencias Naturales si se adaptan al grupo, a las condiciones de acceso y al currículo.

Las condiciones que permiten el uso de estos instrumentos en cuanto al tercer objetivo específico son: una conexión estable, recursos elegidos a coste reducido, capacitación docente, planificación de actividades, evaluación coherente, retroalimentación y apoyo institucional, las condiciones que limitan su impacto son: el estrecho número de recursos tecnológicos, la falta de seguimiento, la utilización improvisada de plataformas, el escaso número de dispositivos, una excesiva dependencia en recursos externos y la débil capacitación docente.

En respuesta al objetivo general, se puede afirmar que los instrumentos interactivos de tecnología optimizan el aprendizaje de Química y Biología en entidades públicas cuando se usan como mediaciones didácticas y no únicamente como adiciones digitales; si permiten la solución de problemas, deliberar, evaluar el progreso, visualizar y ensayar, su impacto se extiende, así pues, la tecnología educativa se debe tener en cuenta como un elemento de una estrategia pedagógica integral, se recomienda que las entidades fiscales desarrollen bancos de recursos digitales para cada unidad curricular, considerando la facilidad de uso, la relevancia científica, la accesibilidad y el enlace con las competencias curriculares.

Es recomendable capacitar a los maestros de Química y Biología para que utilicen simuladores, laboratorios virtuales y realidad aumentada en la elaboración de secuencias, a nivel institucional, se recomienda poner en marcha procedimientos de seguimiento para verificar si el uso de estas herramientas mejora el aprendizaje y no solo aumenta una participación superficial.

Para futuros análisis, sería beneficioso realizar investigaciones cuasi-experimentales en instituciones fiscales de Ecuador que comparen los resultados anteriores y posteriores a la

introducción de instrumentos interactivos en Biología y Química. Para ello, se emplearían herramientas validadas y un seguimiento por unidad temática.

Referencias

- Candela, P. A. L., Andrade Díaz, E. M., Fabián Sotelo, G. E., y Torres Villanueva, G. N. (2022). Las TIC en la enseñanza de la química: Una revisión sistemática. *TecnoHumanismo. Revista Científica*, 2(3). <https://doi.org/10.53673/th.v2i3.173>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe (LC/CMSI.8/3). <https://hdl.handle.net/11362/48460>
- Fitriyana, N., Ikhsan, J., y Satria, A. (2024). Promoting students' learning independence and achievement through the use of virtual chemistry laboratory in blended online learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(3), 72–85. DOI 10.16920/jcet/2024/v37i3/24005.
- Forsström, S., Njå, M., Munthe, E., Álvarez-Galván, J.-L., y Houldsworth, L. (2025). The impact of digital technologies on students' learning: Results from a literature review (OECD Education Working Papers No. 335). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9997e7b3-en>
- Jaballudin, N., y Khalid, F. (2024). The impact of augmented reality (AR) on student engagement and learning outcomes in biology education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(8), 696–707. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i8/22436>
- Kalogiannakis, M., Papadakis, S., y Zourmpakis, A. I. (2021). Gamification in science education: A systematic review of the literature. *Education Sciences*, 11(1), 22. DOI 10.3390/educsci11010022.
- Kaouk, W. M. (2023). The effect of using virtual laboratory on the achievement of 10th grade students in acid-base and their attitude toward chemistry. *Awraq Thaqafya*. <https://www.awraqthaqafya.com/2271/>
- Kul, H. H., y Berber, A. (2022). The effects of augmented reality in a 7th-grade science lesson on students' academic achievement and motivation. *Journal of Science Learning*, 5(2), 193–203. DOI 10.17509/jsl.v5i2.42952.

- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Agenda Educativa Digital 2021–2025.
<https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/Agenda-Educativa-Digital-2021-2025.pdf>.
- Padilla Tacuri, D. K. (2021). Herramientas digitales educativas en el aprendizaje de Ciencias Naturales para estudiantes de séptimo de básica B de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, año lectivo 2020-2021 [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. DOI 10.1136/bmj.n71.
- Pardal-Refoyo, J. L., y Pardal-Peláez, B. (2020). Anotaciones para estructurar una revisión sistemática. *Revista ORL*, 11(2), 155–160.
- Pulgar Astudillo, L. J. (2023). Métodos inmersivos en el proceso de aprendizaje de Química de los estudiantes de tercero de bachillerato general unificado de la Unidad Educativa “2 de Agosto” [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo].
- Romero Saritama, J. M., Cabero Almenara, J., y Gallego Pérez, Ó. (2023). Realidad aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: Un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 52–69. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2867>
- Rosli, R., y Ishak, N. A. (2024). Integration of virtual labs in science education: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 14(1), 81–103. DOI 10.37134/jpsmm.vol14.1.8.2024.
- Salame, I. I., y 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. DOI 10.21601/ijese/10966.
- Siguencia Salazar, A. E., y Kayap Cajeca, L. V. (2022). Realidad aumentada para la enseñanza de la Biología en el primero de Bachillerato en la Unidad Educativa César Dávila [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación].

- Stanič, K., y Špernjak, A. (2025). Augmented reality in biology education: A literature review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(12), Article 117.
<https://doi.org/10.3390/mti9120117>
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>.
- Yerbabuena Torres, A. R. (2023). Realidad aumentada en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Biología en el bachillerato general unificado de la Unidad Educativa Pelileo [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo].

Copyright (2026) © Martha María Yar Enríquez, Cristian David Torres Suárez, Jack Anthony Criollo Yaguana, Peter Javier Pérez Cueva



Este texto está protegido bajo una licencia internacional Creative Commons 4.0. Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.