

Los laboratorios virtuales (LV) como recurso didáctico para el fortalecimiento del aprendizaje virtual de las reacciones químicas inorgánicas en los estudiantes de primero de bachillerato del Colegio Sayausi de Cuenca-Ecuador

Virtual laboratories (VL) as a teaching resource for strengthening virtual learning of inorganic chemical reactions among first-year high school students at Sayausi College in Cuenca, Ecuador

Mónica Patricia Cando Naula¹, Floralba del Rocío Aguilar Gordón²

¹Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador; candomonica24@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-3283-2067>

²Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador; faguilar@ups.edu.ec; <https://orcid.org/0000-0002-9886-6878>

Fecha de recepción: 1-08-2024

Fecha de aceptación: 15-10-2024

DOI <https://doi.org/10.48204/j.vian.v8n2.a6569>

Resumen: En la actualidad, en un mundo más tecnológico, los entornos de aprendizaje virtuales permiten el desarrollo de competencias tecnológicas y brindan experiencias de laboratorio que de otro modo no estarían disponibles en las aulas de una institución educativa secundaria. La finalidad de esta investigación fue analizar los laboratorios virtuales (LV) y evaluar su impacto en el fortalecimiento del aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas, en un grupo de estudiantes del primer año de bachillerato. El método de estudio fue de tipo cualitativo-cuantitativo, la técnica empleada fue el diseño de dos pruebas previas, dos posteriores y una entrevista, aplicada a una población de treinta participantes. Los resultados se evaluaron analizando el nivel de aprendizaje de los estudiantes, a través de la diferencia entre las medias de los puntajes de la prueba previa y posterior; y en el nivel de satisfacción de los estudiantes, en relación con los parámetros: actitud y entorno de aprendizaje. Se concluyó que los laboratorios virtuales constituyen un recurso didáctico eficaz para el fortalecimiento del aprendizaje y la motivación de los estudiantes, afirmación que se corrobora con el análisis de los resultados de la media obtenidos de la prueba previa del 71.0 en relación a la prueba posterior del 84.9, observándose un aumento del 19,58% en los conocimientos generales en la formulación de las reacciones químicas inorgánicas. Estos resultados se sometieron al análisis de la prueba t, en donde se obtuvo que $p=0 < 0.05$; lo que condujo al rechazo de la H_0 y la aceptación de H_a . Las medias entre la prueba previa y la prueba posterior son significativamente diferentes.

Palabras clave: laboratorio virtual, química, aprendizaje, reacciones químicas inorgánicas, entornos virtuales.

Abstract: In today's technological world, virtual learning environments enable the development of technological skills and provide laboratory experiences that would otherwise not be available in the classrooms of secondary educational institutions. In this context, the purpose of this research is was to analyze virtual laboratories (VL) to evaluate their impact on enhancing the learning of inorganic chemical reactions among a group of first-year high school students. The study employed a qualitative-quantitative method, using two pre-tests, two post-tests, and an interview, conducted with a population of thirty participants. The results were assessed by analyzing the students' learning levels through the difference in mean scores between the pre-test and post-test, as well as the level of student satisfaction concerning the parameters of attitude and

learning environment. The conclusion drawn is that virtual laboratories serve as an effective educational resource for enhancing learning and motivating students. This assertion is supported by the analysis of the results, which showed a mean score of 71.0 on the pre-test compared to 84.9 on the post-test, indicating an increase of 19.58% in general knowledge regarding the formulation of inorganic chemical reactions. These results were analyzed using the t-test, revealing that $p=0 < 0.05$, leading to the rejection of the null hypothesis (H_0) and acceptance of the alternative hypothesis (H_a). The means between the pre-test and post-test are significantly different.

Keywords: virtual laboratory, chemistry, learning, inorganic chemical reactions, virtual environments.

1. Introducción

El desarrollo exponencial de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se ha incrementado y se ha incrustado en las aulas de las instituciones educativas, a tal punto que su uso se vuelve una necesidad imprescindible impactando de modo directo en los modelos pedagógicos y en las acciones educativas que se ven obligadas a transformarse para responder a los requerimientos de la sociedad actual. En este contexto, conforme a Orhan et al. (2018), es posible cumplir la expectativa de que una nueva tecnología mejore el proceso de enseñanza- aprendizaje de los estudiantes, siempre que se consideren los requerimientos de los profesores y sus competencias tecnológicas. Autores como Nainggolan et al. (2020); Peechapol (2021) y Sasmito y Sekarsari (2022), concuerdan en que los Laboratorios virtuales (LV), rompen los esquemas tradicionales de las prácticas de laboratorio, ya que mejoran la comprensión y la motivación en la asignatura.

En este sentido, Aguilar y Chamba (2019), manifiestan que la tecnología en la actualidad determina varios ámbitos de nuestra vida como la forma de pensar, de gobernar, de educar, de comunicarse, inclusive determina nuestro estilo de vida; está incorporada de manera indiscutible en los procesos educativos; espacios en los que su utilización ofrece varias ventajas como su influencia en la cognición y en las técnicas del pensamiento de los estudiantes; sin embargo, es preciso tener presente que las herramientas tecnológicas deben estar ligadas a una estrategia didáctica apropiada para determinar su utilidad real en la educación.

El objetivo central de la presente investigación fue analizar la utilización de los laboratorios virtuales como un recurso didáctico o una herramienta de apoyo pedagógico que contribuye al fortalecimiento del aprendizaje de la química inorgánica.

Como antecedente se puede señalar que a raíz de la pandemia del COVID-19 y en consecuencia, la suspensión de clases presenciales, no solo del Ecuador, sino de más de 150 países, las instituciones educativas se vieron obligadas a emplear medios tecnológicos para continuar con la educación de manera remota, de modo que a decir de Aguilar (2020):

El confinamiento obligó a la humanidad a adaptarse a un nuevo modo de vida que da lugar a la creación de nuevos escenarios en los que prima el uso de nuevas tecnologías que van transformando los espacios físicos, mismos que paulatinamente fueron reemplazados por espacios virtuales. (p. 215)

Bajo esta misma premisa, la nueva práctica educativa, como sostienen Alves y Faria (2020), puso de manifiesto algunos problemas clave como: docentes con escasos conocimientos tecnológicos, desigualdades en el acceso a Internet, computadoras deficientes, prácticas tradicionales educativas adaptadas forzosamente a las plataformas digitales, entre otros aspectos. Así mismo, en concordancia con el informe emitido por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2019), los niveles de aprendizaje, especialmente en las asignaturas de Matemática y Química, fueron las más afectadas por la emergencia sanitaria. Al respecto, los estudios de Santos y Prudente (2020) señalan que uno de los mayores inconvenientes fue contar con un laboratorio adecuado, debido al costo y mantenimiento que esto implica; además, se evidenció cierta resistencia para instalar un laboratorio físico en los planteles educativos aduciendo algunos riesgos de seguridad sanitaria. Ante este panorama, los docentes se vieron obligados a buscar alternativas que ofrecieran actividades de laboratorio de carácter virtual.

En el caso ecuatoriano, según investigaciones de autores como Palacios et al. (2020) y Perazzo et al. (2021), se encuentra que la pandemia del COVID-19 puso de manifiesto la brecha existente en el desarrollo de competencias en educación digital, en el empleo de la tecnología, en la instrucción docente y en la necesidad de herramientas digitales de estudio. Las investigaciones de estos autores evidencian que 6 de cada 10 ecuatorianos poseen un celular; de ellos, 5 tienen un teléfono inteligente y únicamente el 37% de la población, tiene conexión a internet. Por esta misma razón, Aguilar (2020), menciona que en Ecuador “existen 3 millones de estudiantes de colegios y escuelas fiscales inscritos en 150 mil centros

de enseñanza, de ellos, 2 millones (...) tienen posibilidad de conectividad; pero un millón de estudiantes no corre con la misma suerte ” (p. 219).

En ese escenario, el paso de la presencialidad a la virtualidad ha sido percibido por los estudiantes ecuatorianos, según las investigaciones, como un cambio negativo: “factores como la desmotivación, control del tiempo, equipamiento técnico, y conectividad adecuada han afectado el rendimiento académico” (Tejedor et al., 2020, p.1).

De acuerdo con lo expuesto, la innovación de diversas tecnologías exige un avance en las diferentes áreas de la ciencia. Para responder a esas necesidades, los simuladores virtuales, por ejemplo, son considerados como un recurso didáctico importante para el fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que, a decir de Peechapol (2021), su uso está encaminado a apoyar el fortalecimiento en la adquisición de conocimientos, desarrollo de habilidades y ejecución de prácticas en un entorno seguro de trabajo; por lo tanto, constituyen una oportunidad para practicar y reforzar diversas competencias en el sujeto que aprende.

Como resultado, la educación en la actualidad plantea nuevos retos académicos, como la adquisición de conocimientos en el empleo de las TIC, a través de la utilización de metodologías adecuadas capaces de crear competencias orientadas a una mayor autonomía del estudiante, al lograr un aprendizaje significativo y permitir su participación de manera activa mediante la experimentación, el análisis y la toma de decisiones.

En consecuencia, Calderón et al. (2016), con los resultados de las investigaciones relacionadas al uso de las TIC en los sistemas escolares, reportan que la aplicación de los laboratorios virtuales en el aula es limitada, especificando los estudios realizados en amplias poblaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el año 2011. Desde este enfoque, la propuesta del estudio en torno a los Laboratorios Virtuales para el área de Química se vuelve pertinente, así Llorens y Berzosa (2012) acotan que para el trabajo de laboratorio se utilizan materiales y equipos específicos, con la necesidad de adquirir destrezas en su manejo, lo que demanda un gran esfuerzo en la organización, gestión de dichos materiales, equipos y asignación del personal; sin

embargo, este proceso de enseñanza-aprendizaje no sería integral ni significativo sin el apoyo de los LV.

La experimentación en los laboratorios tiene coyuntura actual en la ciencia, la educación en tecnología, ingeniería, matemáticas y en la química, así como en la teoría y los conceptos. Kolil et al. (2020) manifiestan que “las actividades de laboratorio pueden mejorar los logros de los estudiantes, la comprensión conceptual, sus actitudes y su crecimiento cognitivo” (p. 51).

El uso de LV favorece el espacio académico de los estudiantes, a que no solo interioricen los conceptos sino también los fenómenos que ocurren en la química y que no son fácilmente visibles, aunque no representa una oportunidad para reemplazar los laboratorios físicos, sino que es una herramienta de apoyo pedagógico y didáctico para los docentes. De hecho, Nainggolan et al. (2020) consideran que los LV rompen el sistema clásico de las prácticas de laboratorio, así como con sus limitaciones de espacio, tiempo, peligrosidad, etc. y, además, aportan un nuevo método de trabajo.

Al respecto, estudios actuales como el de Peechapol (2021), cuyo objetivo fue analizar la eficacia de la simulación de un LV de Química en los estudiantes del primer año de universidad, observó un efecto beneficioso en el desempeño del aprendizaje y autoeficacia de los educandos, fomentando su motivación para aprender y comprender conceptos químicos. Otro aporte significativo fue el de Sasmito y Sekarsari (2022), quienes desarrollaron un LV con resultados positivos. La validez y eficacia de los LV se midieron con el objetivo de promover la comprensión y la motivación en los estudiantes que estudian la asignatura de Química.

Se puede mencionar también la investigación de Avci (2022), en la cual, el uso de los LV incidió en el aprendizaje y permitió diferenciar los conceptos básicos del tema Ácido-Base. Durante este proceso se realizaron diferentes experimentos, evidenciándose logros significativos al mejorar el interés por la asignatura de Química y al destacar que las clases se vuelven más dinámicas y divertidas.

Es decir, una de las oportunidades del manejo de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la química es ayudar a los estudiantes a visualizar las estructuras elementales y

moleculares espaciales tridimensionales (3D), pues, “permiten interacciones colaborativas entre profesores y estudiantes, y entre los propios estudiantes, de forma sincrónica y asincrónica” (Awad y Street, 2014, p.35).

En ese sentido, la presente investigación pretende aportar para el fortalecimiento del aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas a través de la implementación de los LV en la asignatura de Química de los estudiantes de primer año de Bachillerato de la sección vespertina de la institución educativa arriba referida.

A continuación, la revisión bibliográfica aborda referentes teóricos básicos que permiten entender a los laboratorios virtuales (utilizados de acuerdo con el estilo de aprendizaje manifestado en los estudiantes) como recurso didáctico para el aprendizaje de la Química en la era de la información.

Para los autores Sandoval et al. (2013) y Abellán (2018), tanto los roles del educador como del educando han cambiado, los docentes se han transformado en mediadores del proceso educativo, son responsables de crear y fomentar ambientes en los cuales los estudiantes busquen y fabriquen su propio conocimiento, son los encargados de promover la criticidad, reflexividad, investigación y creatividad para consolidar el conocimiento. En este contexto, es importante mencionar que los estilos de aprendizaje, han contribuido para el desarrollo cognitivo, intelectual, procedimental y actitudinal del ser humano comprendido en su unidad y diversidad en medio de la complejidad social en la que se encuentra inmerso.

- **Estilos de aprendizaje en la era digital**

Para iniciar este acápite, es preciso explicar que el aprendizaje es un proceso de adquisición de conocimientos, habilidades y valores, así conforme a Heredia y Sánchez (2022), este viene a influir relativamente en el cambio permanente de la conducta de un individuo; incide en las representaciones mentales que forman parte de su experiencia y es entendido como un proceso vital en la sociedad, ya que a medida que pasan los años se buscan metodologías activas en donde los estudiantes puedan ser los autores de su propio proceso de aprendizaje basados en la acción de aprender a aprender.

De acuerdo con Hernández (2018), los estilos de aprendizaje representan las capacidades de aprender de los estudiantes como consecuencia de relacionar los nuevos aprendizajes con el entorno inmediato, mientras que las estrategias didácticas representan ambos elementos fundamentales en la educación: la enseñanza y el aprendizaje. De esta manera, los estilos y las estrategias didácticas representan las preferencias de los estudiantes durante sus actividades de conocimiento desarrolladas al involucrar la información nueva con la preexistente y, al aplicarlas acertadamente, tienen como ventaja que tanto docentes como estudiantes puedan reconocer sus debilidades y fortalezas al aprender la nueva información.

Por otro lado, Pérez y Martínez (2021), los modelos de estilos de aprendizaje más utilizados y que describen el desempeño de los estudiantes en clases y su forma de aprender son los estilos: activo, reflexivo, teórico y pragmático, Tabla 1.

Tabla 1
Estilos de aprendizaje en los estudiantes y sus características

Estilos de aprendizaje	Características
Estilo Activo	Viven nuevas y diferentes experiencias, se aburren con los períodos largos. Tiene mente abierta y se caracterizan por ser espontáneos, abiertos, creativos y arriesgados.
Estilo Reflexivo	Reflexionan acerca de las nuevas experiencias y las observan desde diferentes perspectivas. Son muy sensatos y se caracterizan por ser reflexivos, receptivos, exhaustivos y constantes.
Estilo Teórico	Adaptan y complementan las observaciones que crean en teorías lógicas y complejas; es decir, sacan sus propias conclusiones. Son lógicos, metódicos, críticos y perfeccionistas.
Estilo Pragmático	Buscan en todo momento poner en práctica sus ideas; son eficaces, directos, prácticos y positivos.

Nota: Tipos de estilos de aprendizaje, adaptación a partir de Pérez y Martínez (2021).

El término “estilo de aprendizaje”, hace referencia a la manera en la que cada individuo analiza, comprende y transfiere el nuevo conocimiento; su empleo permite a los docentes perfeccionar el proceso educativo de los estudiantes, por ello, es importante conocer e identificar el estilo de aprendizaje para implementar una estrategia didáctica adecuada, utilizar los recursos didácticos idóneos y emplear las acciones más eficaces.

Debido a la influencia de la globalización y, con ello, la digitalización, los estilos de aprendizaje también se vieron obligados a una adaptación. Ante los nuevos requerimientos por la llegada de las TIC, el entorno escolar ha visto la necesidad de que los estudiantes aprendan, trabajen y participen, utilizando los diferentes medios y recursos didácticos digitales, entendidos estos últimos como el conjunto de materiales, herramientas o medios que se utilizan para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según Cózar et al. (2016), este es un ámbito extremadamente cambiante por la velocidad a la que crecen y evolucionan las nuevas tecnologías; por lo tanto, es preciso conocer sus componentes para un correcto manejo de los medios digitales: conocimiento, uso y dominio para desarrollar adecuadamente las competencias propias de la era digital. Para Moreno (2008), los entornos digitales deberán caracterizarse por: propiciar nuevos modos de interactividad, mayor comunicación, apertura y eficacia en la administración del conocimiento y actualización constante en el manejo de las herramientas digitales. En este sentido, también es importante comprender las características de una estrategia didáctica para explicar su importancia en la adquisición de nuevos conocimientos.

- **Estrategias didácticas de aprendizaje en la era digital**

Las estrategias didácticas, a decir de Ortíz (2009), son una estructura de actividades, basada en objetivos y contenidos, que deberán ser cumplidos por el docente a través de indicadores, en definitiva, éstas son los métodos y enfoques que guían cómo se utiliza esos recursos para facilitar el aprendizaje. Sin embargo, los recursos didácticos y las estrategias didácticas son fundamentales, pero cumplen funciones diferentes en el proceso educativo.

De allí que, para autores como Sandoval et al. (2013) y Ahmed y Opoku (2021), estos conocimientos nuevos del estudiante deben relacionarse con los existentes, con el objetivo

de generar en él, competencias para ser profesionales competitivos (aprendizaje autónomo), relacionando de manera adecuada el tema, las reglas para la interacción, el entorno, el medio y el procedimiento.

La elección correcta de una estrategia didáctica dependerá de la metodología que se emplee, según las necesidades del alumnado y orientado al perfeccionamiento de competencias, por lo que de acuerdo con lo manifestado por la Subdirección de Currículum y Evaluación del Chile (2017), su empleo puede permitir que los estudiantes se hagan más responsables de su proceso de aprendizaje, al incentivar en ellos el desarrollo de habilidades de investigación, selección, y evaluación de información; también, al apropiarse de los conocimientos de manera activa, participativa y colaborativa, al exponer e intercambiar ideas, opiniones y experiencias. Para investigadores como Pritchard (2009); Castillo (2008) y Marcano y Cedeño (2019), entre otros, el empleo de estrategias didácticas adecuadas, tales como: la técnica de la exposición oral, la técnica de la interrogación, el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje cooperativo, los simuladores o laboratorios virtuales, garantizan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Santos y Prudente (2020), manifiestan que un excelente ejemplo de recurso didáctico son los LV, porque permiten reforzar las habilidades ya existentes en los estudiantes y, a su vez, aplicarlas para resolver problemas nuevos, permitiéndoles adquirir un aprendizaje útil y duradero. De hecho, Menéndez et al. (2019), manifiestan que “la metodología que se utilice para su enseñanza debe ser capaz de ayudar a los estudiantes a comunicarse y colaborar entre ellos, y a descubrir un aprendizaje más placentero” (p. 43).

Algunos estudios como los de Duan et al. (2020); Kolil et al. (2020); Jakkula et al. (2020) y Angsoyiri (2021), definen a un LV como un simulado o recurso didáctico de la realidad a través de la ejecución de experimentos que relacionan la teoría establecida ya por la ciencia, con la práctica. Este simulador (o recurso didáctico) es generado por programación (*software*) y está diseñado por una serie de instrucciones que permite al estudiante adueñarse, desarrollar y verificar sus habilidades.

Según Rodríguez Cepeda et al. (2020), hay varias ventajas que se obtienen como resultado del uso de los LV como, por ejemplo: explicación más efectiva de los conceptos

teóricos, ejecución experimental paso a paso, flexibilidad en horarios, fáciles de usar, minimización de los riesgos al momento de realizar la práctica, participación de un mayor número de estudiantes asincrónicamente incluso si no coinciden en espacio, además de disminuir los gastos de la institución en la adquisición de equipos, sustancias químicas y material de laboratorio.

El ambiente virtual de aprendizaje se convierte así en un espacio creado para facilitar el intercambio de conocimiento en cualquier momento y lugar. La inclusión de la tecnología, en este caso de los LV dentro del proceso educativo, brinda la oportunidad de desarrollar habilidades y competencias prácticas que requieren los estudiantes. Como consecuencia, el contenido puede estar almacenado en dispositivos tecnológicos y el individuo debe contar con la disposición para utilizar esa información de manera analítica, reflexiva y crítica de acuerdo con Peechapol (2021); Kolil et al. (2018) y Calderón et al. (2016). Por su parte, según Gutiérrez (2012), el docente debe convertirse en un mediador entre el estudiante y la información de la red, al guiarlos en el proceso de búsqueda, análisis, exploración y discernimiento de la confiabilidad de dicha información impartida por el medio tecnológico, al tener la habilidad de establecer conexión mediante el uso de las redes sociales o herramientas de colaboración, cuando el docente genere ambientes o comunidades de aprendizaje interactivo.

Cabe señalar que los LV se convierten en un recurso didáctico que permiten una experimentación virtual con el objetivo de construir competencias prácticas de manera autónoma, al relacionar con la teoría a través de la investigación, de la indagación, la reflexión y la difusión de los resultados del aprendizaje de forma innovadora, creativa y activa.

- **Los laboratorios virtuales como recurso didáctico virtual de aprendizaje de la Química**

Según el estudio de Oliver (2010), el aprendizaje en Química entre los estudiantes de secundaria y preparatoria en los países latinoamericanos ha disminuido, en comparación con experiencias escolares de años anteriores; de acuerdo con Kolil et al. (2020), en la

última década, hay una reducción del 1%, en las inscripciones de los estudiantes en los cursos de Química. Fraser et al. (2012) en su estudio realizado en Australia, analiza que el desinterés de los alumnos en las materias de ciencias podría disminuir la motivación del estudio científico en la educación superior.

Según Talanquer (2018), los estudiantes piensan que el aprendizaje de la Química es difícil, ya que deben crear y entender conceptos químicos, por lo que los estudiantes de educación secundaria tienden, a menudo, a memorizar dichos conceptos y suelen avanzar sin comprender la verdadera esencia de la Química. De acuerdo con Rodríguez y Silva (2020), la Química, en general, es compleja, sin embargo, su aprendizaje es sumamente importante, además de brindar conocimiento científico sobre los fenómenos de la naturaleza, brinda formación ciudadana, incentivando a los estudiantes a observar, analizar e interpretar los hechos que ocurren a su alrededor. El principio esencial de la asignatura de Química se fundamenta en el estudio de las sustancias y sus transformaciones, al explicar su comportamiento a partir de la comprensión de la composición Química; es decir, la estructura, los tipos de partículas, la disposición y los enlaces químicos que las mantienen unidas.

En la práctica cotidiana educativa, los estudiantes realizan varias actividades en el laboratorio con tiempo insuficiente: usan productos químicos peligrosos, equipos de laboratorio, realizan procedimientos químicos, trabajan en equipo, recopilan datos precisos de la práctica e investigan. Según Kolil et al. (2018), estos factores hacen de la clase de laboratorio un ambiente generador de ansiedad; incluso, se la cataloga de compleja y altamente teórica, convirtiéndose en una decepción para los estudiantes. Según el reporte de la Prueba “Ser Bachiller”, emitido por el INEVAL (2018), el nivel de logro elemental y el dominio científico de la asignatura de Química fue de 7,06 y, para el siguiente año, fue del 7,47 (INEVAL, 2019).

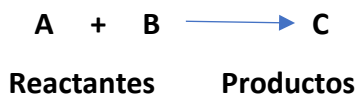
Respondiendo al plan de estudio de la enseñanza de la asignatura de Química en instituciones educativas ecuatorianas (2022), los LV se convierten en un recurso didáctico para lograr aprendizajes significativos, al ser herramientas informáticas que simulan un laboratorio físico en un entorno virtual seguro y garantizan una comunicación continua

entre estudiantes y docentes, libres de ciertas restricciones de tiempo y el espacio. Los LV propician la adquisición de competencias necesarias para efectuar las prácticas de laboratorio, al replicar varias veces la actividad, fortaleciendo el trabajo autónomo.

Debido a la complejidad en el aprendizaje de la Química, específicamente en la temática de las reacciones químicas inorgánicas, se crea la necesidad de utilizar una herramienta virtual para mejorar el aprendizaje al analizar, identificar y demostrar el proceso de formación de una reacción química, motivando en los alumnos el manejo de las TIC. A continuación, se explica de la forma cómo se da la formación de una reacción química inorgánica, tema de importancia a tratar en este documento.

En la naturaleza, todo lo que nos rodea es una mezcla compleja de sustancias o compuestos formados como consecuencia de las reacciones químicas que ocurren en ella y que continuamente sufren cambios o transformaciones en otras sustancias o compuestos con propiedades y funciones distintas. Los compuestos inorgánicos, por ejemplo, son aquellos que están formados por la combinación de elementos químicos, cuya composición no está basada en la presencia del carbono y el hidrógeno (Asprilla et al., 2022).

Una reacción química inorgánica es un proceso por el cual los átomos, iones o moléculas de una sustancia se transforma en átomos, iones o moléculas de una sustancia química diferente. Así, las sustancias que transforman una reacción se denominan reactivos y las sustancias nuevas que se originan en la reacción se denominan productos (Peterson, 2022).



Ramos Mejía (2020), por su parte, menciona que “el aprendizaje de la Química implica discutir los fenómenos a nivel de lo que no se puede ver y manejar” (p. 95). En ese sentido, es necesario usar modelos explicativos que demuestren estos acontecimientos y que permita que los estudiantes comprendan las realidades, en otro tipo de escalas, incluso, aquellas que son demasiado pequeñas para ser visibles (electrones, iones y moléculas). Para el efecto, Ramos Mejía (2020), sugiere “usar formas novedosas de representación que forman parte del lenguaje especialista de la asignatura” (p.95). De allí la importancia de

usar los LV como recurso didáctico para el fortalecimiento de las reacciones químicas inorgánicas, como alternativa de la enseñanza tradicional, que se basa en las clases magistrales, videos, material bibliográfico teórico y el limitado uso físico del laboratorio.

2. Materiales y métodos

El marco metodológico que orienta la presente investigación se basa en el método cualitativo-cuantitativo, porque permiten explicar y comprender el fenómeno estudiado. La técnica es experimental, registra y analiza las variables para predecir los resultados, es decir, se aplicaron dos pruebas previas y dos posteriores. La técnica de investigación cualitativa utilizada es la entrevista a treinta participantes. Los resultados se evaluaron con la matriz “preguntas de base estructurada” basados en el alcance de aprendizaje de los estudiantes, a través de la diferencia entre las medias de los puntajes de la prueba previa y posterior; y, en el alcance de satisfacción de los estudiantes, con respecto a los parámetros: actitud y entorno de aprendizaje. Los LV fueron el recurso didáctico metodológico utilizado para determinar el impacto del uso de los mismos en el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas.

La presente investigación pretende apoyar al proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes del primero de Bachillerato, sección vespertina en la cátedra de Química, en el tema de las reacciones químicas inorgánicas a través de la implementación de los LV. Para estudiar el efecto de los LV en el fortalecimiento de las reacciones químicas inorgánicas, se realizó una investigación con un enfoque cualitativo – cuantitativo, en la que se propuso establecer una relación entre las variables recurso didáctico, mediante el uso de los LV y el fortalecimiento en el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas.

Adicionalmente, considerando que el método de investigación en palabras de Pereira et al. (2018), es fundamental para cualquier estudio determinado por la forma de cómo lograr algo; y que resulta más fácil cuando se sabe qué hacer y a dónde se quiere llegar, para esta investigación se definió el método cualitativo-cuantitativo, en donde “es importante la interpretación del investigador, sus opiniones sobre el fenómeno en estudio” y los datos numéricos que se obtengan de números estadísticos (p. 67). Así mismo, en el

proceso investigativo, se considera importante la indagación que a decir de Hernández Sampieri (2014), permite que el método cualitativo cobre sentido al tratar los hechos y su interpretación. Con este enfoque, el investigador puede expandirse en la comprensión del hecho o fenómeno investigado.

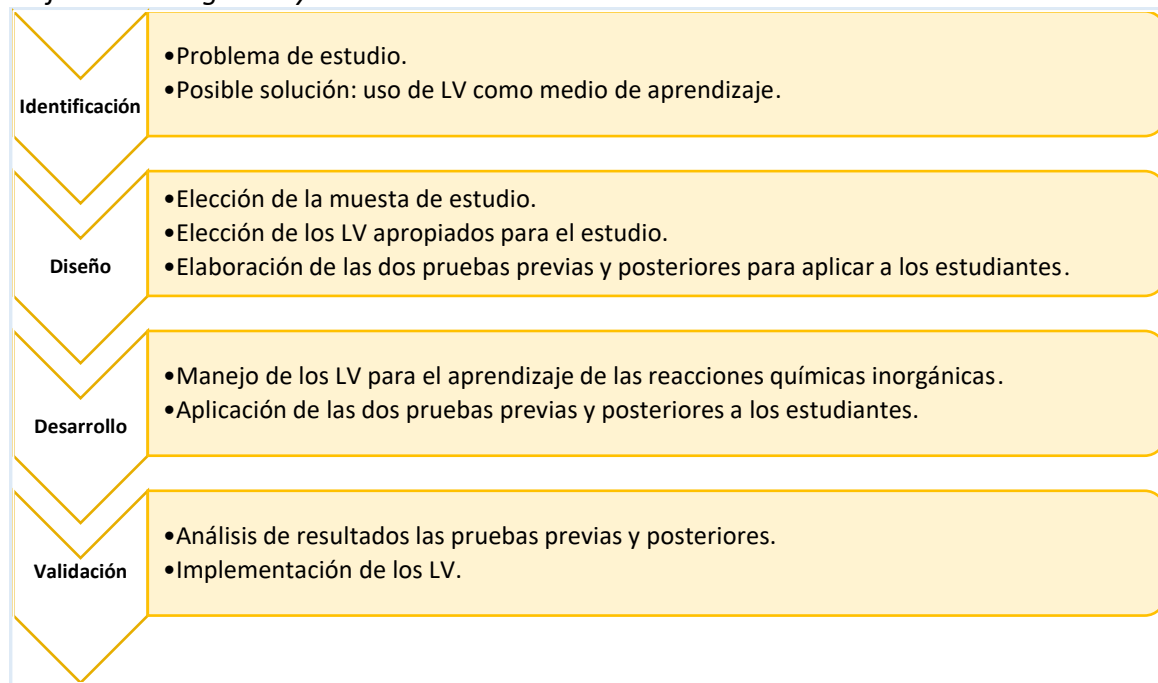
El desarrollo metodológico se organizó en tres fases: **La primera fase**, fue la enseñanza teórica de las reacciones químicas inorgánicas: sus generalidades, formulación y nomenclaturas. Se planificó la evaluación del aprendizaje mediante dos pruebas previas y dos posteriores, a la muestra de 30 estudiantes (42.8%) con las mismas características y seleccionados de una población de 70 estudiantes (100%), según el criterio de las dificultades en el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas.

En la **segunda fase**, en cambio, se evaluaron los conocimientos de las reacciones químicas inorgánicas, antes y después del uso de los LV. Para ello se aplicó la primera prueba teórica, que fue un test de conocimientos generales acerca de la formulación de las reacciones químicas inorgánicas. El test estuvo conformado por diez preguntas; cada una de ellas con cuatro ítems de opción múltiple. El segundo test fue una encuesta diseñada con la escala de tipo Likert, para obtener información acerca de la predisposición y actitud de los estudiantes para aprender a través del uso de LV. Como consecuencia, se aplicaron dos test como pruebas posteriores: en la primera prueba, se evaluaron conocimientos generales después del uso de los LV. Esta prueba también estuvo estructurada por diez preguntas, con cuatro ítems de tipo opción múltiple. La segunda prueba, una encuesta como posprueba constituida por nueve preguntas con respuestas de tipo Likert para medir los dominios del entorno de aprendizaje de los LV, durante las clases de química.

En una **tercera fase** se estudió la implementación de los LV para la enseñanza de las reacciones químicas inorgánicas. Para la extracción de los datos se operó mediante la utilización del programa estadístico IBM SPSS STATISTICS versión 25; se empleó una estadística descriptiva, usando las medias ponderadas con el propósito de analizar el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas, las actitudes y el entorno de aprendizaje. Además, en esta misma fase se analizó la prueba *t* para establecer si existe diferencia entre los resultados obtenidos de la prueba previa y

posterior, antes y después de la implementación de los LV como recurso didáctico para el fortalecimiento del aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas. Finalmente, se aplicó una entrevista a los participantes para evaluar las ventajas y desventajas del uso de los LV y para conocer sus opiniones sobre la experiencia de aprendizaje enfocado a la implantación de los LV como se visualiza en la Figura 1.

Figura 1
Flujo de investigación y desarrollo.



En cuanto a la técnica utilizada en esta investigación, esta es de carácter experimental, registra y analiza las variables para predecir los resultados, en este sentido se aplicaron dos pruebas previas y dos posteriores. En el proceso investigativo se utilizó la técnica de la entrevista aplicada a treinta participantes. Los resultados se evaluaron con la matriz sobre “Preguntas de base estructurada” basados en el nivel de aprendizaje de los estudiantes, a través de la diferencia entre las medias de los puntajes de la prueba previa y la prueba posterior; y, en el nivel de satisfacción de los alumnos, con respecto a los criterios: actitud y entorno de aprendizaje. Los LV fueron el recurso didáctico utilizado para medir la influencia de su utilización en el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas.

En cuanto a la población, se trabajó con 70 estudiantes de primer año de bachillerato de la institución educativa Sayausi de sostenimiento fiscal de la ciudad de Cuenca-Ecuador.

La muestra de análisis estuvo conformada por 30 estudiantes del primero de bachillerato de dos grupos o paralelos (A y B), que cursan la asignatura de Química, es decir, el 42,8% (30) del total de la población o universo de estudio.

3. Resultados

De acuerdo con la primera fase, donde se realizó la enseñanza teórica de las reacciones químicas inorgánicas y, luego, la segunda fase, en la cual se evaluaron los conocimientos de las reacciones químicas inorgánicas, antes y después del uso de los LV, en la primera prueba previa se alcanzaron los siguientes resultados de las encuestas:

El 71,7% (aproximadamente 22 estudiantes) de los encuestados afirmaron que durante sus años de estudios no se les ha evaluado mediante el uso del LV, por lo que este es un primer diagnóstico inicial. Estos resultados permiten identificar la importancia de contar con un historial previo, ayuda a que se pueda hacer retroalimentación a medida que avanza el trabajo y se corrijan errores de uso de LV sobre la marcha. Este debe ser un primer indicio de estudio para que otros investigadores puedan continuar reforzando la utilización de este recurso didáctico.

Adicionalmente, a pesar de que el 54,3% (aproximadamente 16 estudiantes) elige a la formulación de compuestos químicos como el tema más complicado para su nivel de estudio; los resultados también arrojaron las fortalezas que tiene un LV, ya que el 69,6% de los estudiantes (aproximadamente 21) aseguran que esta herramienta podría fomentar la investigación y el aprendizaje de las reacciones químicas e incluso el 56,5% (17 estudiantes) lo considera el más adecuado para este propósito.

Con el objetivo de analizar los componentes básicos que estructuran una práctica de laboratorio, en la primera encuesta realizada, como prueba, se evaluaron los dominios del entorno de aprendizaje de los LV para la enseñanza de las reacciones químicas inorgánicas como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Nivel de evaluación de los dominios del entorno de aprendizaje de los laboratorios virtuales. Laboratorios de la Universidad Autónoma de México (UNAM), Laboratorios de Simulación University of Colorado (PHET), Laboratorios Funded by Meity Ministry of Electronics and Information Technology (OLABS)

Dominios del entorno de aprendizaje	Laboratorios de la unam		Laboratorios de simulación phet		Laboratorios "olabs"	
	Media	Interpretación verbal	Media	Interpretación verbal	Media	Interpretación verbal
Objetivos de la práctica	4,23	Alto positivo	4,10	Alto positivo	4,57	Alto positivo
Integración de contenidos	4,10	Alto positivo	4,33	Alto positivo	3,73	Positivo
Material del entorno	4,47	Alto positivo	4,33	Alto positivo	4,23	Alto positivo
Apoyo al maestro	4,27	Alto positivo	4,10	Alto positivo	4,00	Alto positivo
Orientación de tareas	4,07	Alto positivo	4,27	Alto positivo	4,17	Alto positivo
Investigación	4,60	Alto positivo	4,40	Alto positivo	4,37	Alto positivo
General	4,29	Alto positivo	4,26	Alto positivo	4,18	Alto positivo

Se puede observar el nivel de evaluación de los dominios del entorno de aprendizaje de los estudiantes con la utilización de los LV como recurso didáctico en la enseñanza de las reacciones químicas inorgánica. Los resultados antes referidos provienen de la encuesta realizada a los estudiantes de la presente investigación para lo cual se utilizaron tres laboratorios en este caso de la Universidad Autónoma de México (UNAM), Universidad de Colorado (PHET) y Ministerio de Electrónica y Tecnología de la Información de Amrita Vishwa Vidyapeetham (OLABS), laboratorios que son gratuitos y de libre acceso.

Sobre la evaluación de dominios de mayor a menor, tenemos los siguientes resultados:

- Investigación: Laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (4,60)
- Objetivo de practica: Online Labs (OLABS) (4,57)
- Material del entorno: Laboratorio de la UNAM (4,47)
- Integración de contenidos: Laboratorios de simulación PhET (4,33)
- Apoyo al maestro: Laboratorio de la UNAM (4,27)
- Orientación de tareas: Laboratorios de simulación PhET (4,27)

La información referida constituye un ejemplo de evaluación positiva que tiene la utilización de los componentes básicos que estructuran una práctica de laboratorio virtual entendido como recurso didáctico de importancia en el proceso educativo. Los resultados referidos pueden corroborarse con los estudios realizados por Achuthan et al. (2018); Penn y Ramnarain (2019) y Kolil et al. (2020), quienes manifiestan que los LV son una herramienta de apoyo pedagógico y didáctico para los estudiantes, ver Tabla 3.

Tabla 3

Rendimiento de los estudiantes en relación a los resultados obtenidos del Pretest y Postest utilizando los LV en la enseñanza de reacciones químicas inorgánicas

Puntuación Pretest MEDIA	Puntuación Postest MEDIA	Puntaje en el aumento del rendimiento
71,0	84,9	19,58%

De acuerdo con la **Tabla 3** se analiza el rendimiento que obtuvieron los estudiantes en función del puntaje de la prueba previa que fue del 71,0 (valor de la media) y de la prueba posterior que fue del 84,9 (valor de la media) en relación a la evaluación de los conocimientos generales de la formulación de las reacciones químicas inorgánicas. En consecuencia, con estos resultados se puede observar un aumento del 19,58% (13,9 puntos) en su rendimiento; por tal motivo, se puede deducir que esta herramienta didáctica contribuye para el fortalecimiento del aprendizaje de reacciones químicas inorgánicas mediante el uso de LV, presentan un impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes, lo que se puede comprobar debido a que la media de la prueba posterior es mayor a la media de la prueba previa.

Estos resultados se pueden confirmar con las investigaciones realizadas por Peechapol (2021); Tsai et al. (2021); Dilafruz (2022) y Sasmito y Sekarsari (2022), en los que se obtuvieron resultados positivos en relación a los logros de los estudiantes en el aprendizaje de la Química mediante el uso de LV.

Tabla 4

Comparación de los resultados del Pretest y Postest utilizando los LV como recurso didáctico en la enseñanza de las reacciones químicas inorgánicas

IC 95%		T	gl	P
Inferior	Superior			
-1,7727	-0,43415	-3,377	29	0,002

En la **Tabla 4** se comparan los resultados conseguidos de las medias de la prueba previa y posterior. Estos resultados se sometieron al análisis de la prueba t, en donde $p=0 < 0.05$, aspecto que condujo al rechazo de la *Ho (hipótesis nula)* y a la aceptación de la *Ha (hipótesis alternativa)*, debido a que las medias entre la prueba previa y la prueba posterior son significativamente diferentes.

Se puede inferir que, el manejo de los LV como recurso didáctico mejora el aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas. Resultados similares se validan con los estudios realizados por Torres (2017); Duan et al. (2020); Santos y Prudente (2020); Tsai et al. (2021); Dilafruz (2022) y Sasmito y Sekarsari (2022).

4. Discusión

De la entrevista realizada a los estudiantes como prueba posterior se identificaron varias ventajas que se obtienen como resultado del uso de los LV como recurso didáctico para el fortalecimiento de las reacciones químicas inorgánicas, tales como: explicaciones más efectivas de los conceptos teóricos, ejecución de prácticas que de otra forma serían imposibles de realizar a través de un laboratorio físico tradicional, elaboración de experimentos paso a paso, flexibilidad en horarios, fáciles de usar, minimización de los riesgos al momento de realizar la práctica, participación de un mayor número de estudiantes de forma asíncrona, además de disminuir los gastos de la institución en la adquisición de equipos, sustancias químicas y material de laboratorio. En cambio, entre las principales desventajas del LV, según los resultados, es la dependencia de una computadora, laptop o celular que cumpla con los requerimientos tanto de software como de Hardware, así como una conexión óptima a internet.

Consecuentemente, con el retorno al estudio de una modalidad virtual a presencial, se evidenció la existencia de grandes falencias en el conocimiento, esto conlleva, a evidenciar la poca motivación de los estudiantes hacia algunas asignaturas que, a decir de Sasmito y Sekarsari (2022), podría deberse a la monotonía de los medios usados tradicionalmente, como el aprendizaje basado en libros de texto u otros métodos convencionales aplicados, a pesar de estar en la virtualidad. Por lo tanto, la utilización de los LV como recurso didáctico constituye una herramienta de aprendizaje válida y eficaz para fortalecer la comprensión y la motivación de los estudiantes con respecto al aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas.

En palabras de Tejedor et al. (2020), factores como la desmotivación, tiempo, conectividad, infraestructura, afectaron de manera directa en el rendimiento académico en época de pandemia; en ese entorno, los simuladores virtuales constituyen una oportunidad para practicar y reforzar aquellas habilidades y competencias prácticas que se vuelven complejas. Para otros autores como Peechapol (2021); Calderón et al. (2016) y Kolil et al. (2020), el trabajo en laboratorios virtuales aporta para el fortalecimiento de competencias y para alcanzar un aprendizaje integral, que conducen a la comprensión conceptual, al crecimiento cognitivo e intelectual del sujeto.

Según el currículum de la enseñanza de la asignatura de Química en los establecimientos educativos ecuatorianos (2022), los LV se convierten en un recurso didáctico o herramienta de aprendizaje significativa que simula a un laboratorio físico en un entorno seguro, sin restricción de tiempo ni espacio. Para Ramos Mejía (2020), los LV se convierten en un recurso didáctico acertado para la enseñanza de la química, para mejorar el aprendizaje de forma novedosa y como alternativa a la enseñanza tradicional.

Los resultados obtenidos han demostrado que los LV tienen un efecto positivo en el logro de aprendizajes, permite establecer una adecuada relación entre teoría y práctica, potencia la comprensión de conceptos fundamentales de la formulación química, etc. Esto se demuestra debido a que la media de la prueba posterior (84,9, valor de la media) es más alta que la prueba previa (71,0, valor de la media) de los test de conocimientos generales de las reacciones químicas inorgánicas.

Los LV facilitan el trabajo de laboratorio al permitir ejecutar prácticas que no se puedan implementar debido a razones físicas o de seguridad y favorecen el espacio académico para que los estudiantes entiendan los conceptos y los fenómenos que ocurren en química y que no son fácilmente visibles. De ahí que, es importante recomendar evaluaciones constantes del uso de LV para detectar las debilidades sobre la marcha, especialmente, cuando los resultados arrojan que el 69,6% (13,9 puntos) lo considera como una herramienta válida para la investigación y el aprendizaje de química.

5. Conclusiones

Esta investigación evaluó el impacto de la utilización de LV como recurso didáctico válido y eficaz para fortalecer la comprensión y la motivación de los estudiantes con respecto al aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas. Los resultados obtenidos demostraron que los LV tienen un efecto positivo en el logro de aprendizaje y motivación en los educandos, ayudándoles a comprender mejor los conceptos de la formulación química, permitiendo relacionar la teoría con la práctica. Esto se puede demostrar debido a que la media de la prueba posterior es más alta que la prueba previa en los test realizados de conocimientos generales de las reacciones químicas inorgánicas, así, los LV facilitan el trabajo de laboratorio al permitir ejecutar prácticas que no se puedan implementar debido a razones físicas o de seguridad.

En ese sentido cabe destacar que los LV no representan una oportunidad para reemplazar los laboratorios físicos, sino que se vuelven una herramienta complementaria de apoyo pedagógico y didáctico para los docentes, ya que una de las fortalezas de los LV es romper con la estructura tradicional de las prácticas de laboratorio, además de, sus limitaciones de espacio, de tiempo, de peligrosidad, etc., aportando así, a una nueva perspectiva de trabajo desde el campo de la tecnología.

A partir de este estudio es posible proponer otras líneas de investigación centradas en otros tipos de tecnologías como el uso de la inteligencia artificial o la realidad aumentada en la educación.

Referencias bibliográficas

- Abellán, J. (2018). El programa de Historia para la educación básica 2018 en México. Concepciones sobre el aprendizaje, las estrategias y las actividades didácticas. *Clío y Asociados*, (26), 38-57. <https://doi.org/10.14409/cya.v0i26.7233>
- Achuthan, K., Kolil, V. K., y Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2499-2515. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>
- Aguilar-Gordón, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios pedagógicos*, 46(3), 213-223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Aguilar-Gordón, F. y Chamba-Zarango, A. (2019). Reflexiones sobre la filosofía de la tecnología en los procesos educativos. *Revista Conrado*, 15(70), 109-119. <https://doi.org/http://orcid.org/0000-0002-9886-6878>
- Ahmed, V., y Opoku, A. (2021). Technology supported learning and pedagogy in times of crisis: the case of COVID-19 pandemic. *Education and Information Technologies. Springer US*, 27. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10706-w>
- Alves, E., y Faria, D. (2020). EDUCATION IN TIMES OF PANDEMIC: Lessons learned and shared. *Revista Observatório*, 6(2), 1-18. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2020v6n2a16en>
- Angsoyiri, D. (2021). Mobile Virtual Laboratory as Innovative Strategy to Improve Learners' Achievement, Attitudes, and Learning Environment in Teaching Chemistry. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 2(5), 141-151. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.02.05.04>
- Asprilla, F., Meneses, J., y Caballero, M. (2022). Revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, 6(4), 1353-1382. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2664
- Avci, F. (2022). Teaching the “acid–base” subject in biochemistry via virtual laboratory during the COVID-19 pandemic. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 50(3), 312-318. <https://doi.org/10.1002/bmb.21625>
- Awad, B., y Street, A. F. (2014). Empowerment of Teaching and Learning Chemistry. *African Journal of Chemical Education (AJCE) 2014*, 4(Part II), 34-47. <https://doi.org/DOI:10.1088/1742-6596/1521/4/042079>
- Calderón, E., Flores, F., Gallegos, L., Martínez, G., Ramírez, J., y Castañeda, R. (2016). Laboratorios de ciencias en el bachillerato: tecnologías digitales y adaptación docente. *Revista de Innovación Educativa*, 8(1), 48-65. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802016_000200004
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza de la matemática, 11, 171-194. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000200002

- Cózar, R., De Moya, M., Hernández, J., y Hernández, J. (2016). Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (tic) según el estilo de aprendizaje de los futuros maestros. *Formación Universitaria*, 9(6), 105-118. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000600010>
- Dilafruz, M. (2022). The effectiveness of a virtual laboratory in teaching chemistry. *Web of Scientist: International Scientific Research*, 3(3), 2776-0979. <https://wos.academiascience.org/index.php/wos/article/view/1091>
- Duan, X., Kang, S. J., Choi, J. I., y Kim, S. K. (2020). Mixed reality system for virtual chemistry lab. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 14(4), 1673-1688. <https://doi.org/10.3837/TIIS.2020.04.014>
- Fraser, B., Tobin, K., y McRobbie, C. (2012). Second International Handbook of Science Education. (B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie, Eds.), 2012 (Second Edi). Australia: Springer Dordrecht Heidelberg London New York. https://eclass.uowm.gr/modules/document/file.php/ELED261/%CE%86%CE%BD%CE%BD%CE%B1%20%CE%A3%CF%80%CF%8D%CF%81%CF%84%CE%BF%CF%85/Literature/2012_Second%20International%20Handbook%20of%20Science%20Education.pdf
- Gutiérrez, L. (2012). Conectivismo como teoría de aprendizaje: conceptos, ideas, y posibles limitaciones. *Revista Educación y Tecnología*, 1, 1-12. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4169414.pdf>
- Heredia, Y., y Sánchez, A. (2022). *Teorías del aprendizaje en el contexto Educativo*. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2s2pp87.16>
- Hernández, R. (2018). La estrategia didáctica frente a los estilos de aprendizaje en la educación superior. *Educación Médica*, 19(2), 227. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.10.034>
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Mc Graw Hill Education (Sexta). México: McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Methodolog%C3%Ada%20Investigacion%20 Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (INEVAL, 2018). Proceso ser bachiller. Quito.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (INEVAL, 2019). Matemática y Química fueron las materias más afectadas por la emergencia en Ecuador. Ecuador.
- Jakkula, S. K., Endla, P., Dugyala, P., y Kumaraswamy, T. (2020). Collaborative Learning through Virtual Labs in Engineering Education. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 981(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/981/2/022095>
- Kolil, V. K., Muthupalani, S., y Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 01-22. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00204-3>
- Llorens, J., y Berzosa, S. (2012). Caracterización del ambiente de aprendizaje en un laboratorio de química general mediante método de investigación social. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 30(1), 5-22, en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/36794>

- Marcano, K., y Cedeño, M. (2019). Uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje del contenido “Enlace Químico y sus Propiedades”, centrado en habilidades cognitivas en estudiantes de educación media chilena. *Revista Educación Las Américas*, 9, 30-53. <https://doi.org/10.35811/rea.v9i0.61>
- Menéndez, R. B., Velázquez, R. V., Lesvel, A., Landin, C., Roberto, P., y Tamayo, V. (2019). El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje de la química. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(2), 71-80. <http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/149/115>
- Moreno, M. (2008). El estudiante ante la diversidad de situaciones en la era digital. *Apertura*, 8(8), 35-50. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68811215001.pdf>
- Nainggolan, B., Hutabarat, W., Situmorang, M., y Sitorus, M. (2020). Developing innovative chemistry laboratory workbook integrated with project-based learning and character-based chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(3), 895-908. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13359a>
- Oliver, M. (2010). An Exploratory Case Study of Olympiad Students’ Attitudes towards and Passion for Science. *International Journal of Science Education*, 33(16), 1-40. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.550654>
- Orhan, D., Filiz, O., y Kurt, A. (2018). Student teachers’ perceptions on Educational Technologies’ past, present and future. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 19(1), 136-146. <https://doi.org/10.17718/tojde.382782>
- Ortíz, C. (2009). Estrategias didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista de educación y pensamiento*, 16, 63-72. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4040156>
- Palacios, A., Loor, J., Macías, W., y Macías, K. (2020). Abad Eduardo Palacios-Dueñas. Incidencia de la tecnología en el entorno educativo del Ecuador frente a la pandemia del covid-19. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5(10), 754-773. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659427>
- Peechapol, C. (2021). Investigating the Effect of Virtual Laboratory Simulation in Chemistry on Learning Achievement, Self-efficacy, and Learning Experience. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(20), 196-207. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i20.23561>
- Penn, M., y Ramnarain, U. (2019). A comparative analysis of virtual and traditional laboratory chemistry learning. *Perspectives in Education*, 37(2), 80-97. <https://doi.org/10.18820/2519593X/pie.v37i2.6>
- Perazzo C, Jiménez L, y Heras J. (2021). Estrategias Socio-Pedagógicas para la educación virtual en el marco de la Pandemia por Covid-19, En Ecuador. *Revista Publicando*, 8(29), 1-10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7878150>
- Pereira, A., Shitsuka, D., Parreira, F., y Shitsuka, R. (2018). *Método Qualitativo, Quantitativo ou Quali-Quantitativo*. Metodologia da Pesquisa Científica. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pérez , P., y Martínez I, S. (2021). Estudiantes de ELE en el ámbito universitario de la Economía. *Revista Española de Lingüística Aplicada/Spanish Journal of Applied Linguistics*, 34(2), 611-641. <https://doi.org/10.1075/resla.20001.can>

- Peterson, W, R. (2022). *Nomenclatura de las sustancias químicas*. (ProQuest Ebook Central, Ed.) (Quinta). Editorial Reverté. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9788429195620_A39479162/preview-9788429195620_A39479162.pdf
- Pritchard, A. (2009). *Ways of Learning. Learning theories and learning styles in te classroom*. (Routledge, Ed.). <https://www.epitropakisg.gr/grigorise/ways%20of%20learning.pdf>
- Ramos Mejía, A. D. los Á. (2020). Enseñar química en un mundo complejo. *Educación Química*, 31(2), 91. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.2.70401>
- Rodríguez, C., y Silva, M. (2020). As TIC como apoio pedagógico no ensino de química: possibilidades formativas de professores e inclusão de alunos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1-14. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3155/4931>
- Rodríguez Cepeda, R., Casas Mateus, J. A., y Martínez Cárdenas, D. E. (2020). Laboratorio de química bajo contexto: insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 47, 33-52. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/11334>
- Sandoval, M., Mandolesi, M., y Cura, R. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educ. Educ.* 16(1), 126-138. <https://doi.org/DOI:10.5294/edu.2013.16.1.8>
- Santos, M. L., y Prudente, M. (2020). Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2). <https://www.ijiet.org/vol12/1598-IJiet-3079.pdf>
- Sasmito, A. P. y Sekarsari, P. (2022). Enhancing Students' Understanding and Motivation During Covid-19 Pandemic via Development of Virtual Laboratory. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 180-193. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1343779.pdf>
- Subdirección de Currículum y Evaluación. (2017). *Manual de estrategias didácticas: Orientadas para su selección*. (INACAP, Ed.). Universidad Tecnológica de Chile. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-216076_recurso_pdf.pdf
- Talanquer, V. (2018). Formación docente ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación Química*, 15(1), 52. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.1.66216>
- Tejedor, S., Cervi, L., Tusa, F. y Parola, A. (2020). Educación en tiempos de pandemia: reflexiones de alumnos y profesores sobre la enseñanza virtual universitaria en España, Italia y Ecuador. *Revista Latina*, 78, 1-21. <https://doi.org/10.4185/rlcs-2020-1466>
- Torres, F. (2017). Laboratorios virtuales como estrategia para la enseñanza de la química. *Universidad Autónoma de México*, 148, 148-162. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/5208.pdf>
- Tsai, C. Y., Ho, Y. C., y Nisar, H. (2021). Design and validation of a virtual chemical laboratory—an example of natural science in elementary education. *Applied Sciences*, 11(21), 6. <https://doi.org/10.3390/app112110070>