

Influencia del laboratorio Chemlab en el aprendizaje de los estudiantes de Educación Básico Regular

Influence of the ChemLab laboratory on the learning of Regular Basic Education students

Julia Alcántara Roncal¹
Rocío Iberico Aquilar²
Aldo Aguayo Melendez³

¹⁻²⁻³ Universidad Católica de Trujillo – Perú



Recibido:14/08/2024
Aceptado:27/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.46363/searching.v5i2.8>

RESUMEN

Este estudio determinó la influencia del Laboratorio Virtual ChemLab en el aprendizaje de la asignatura de Química en alumnos de una institución educativa basado en un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental, con un solo grupo con pre y post test donde se aplicó tres sesiones en el laboratorio ChemLab a 40 estudiantes seleccionados de manera no probabilística. El Examen de Proceso de Aprendizaje en la Asignatura de Química (EPAAQ) de 21 reactivos fue validado por cinco expertos y con un nivel de confiabilidad de ,849 y por la distribución normal en la contratación de hipótesis se utilizó el coeficiente r de Pearson y la prueba de T de Student. Entre los resultados, el programa basado en el laboratorio ChemLab logró mejoras significativas en el aprendizaje de Química, partiendo de una media de 14.325 antes del programa y llegando a 18.65 posterior al programa, lo que evidencia una diferencia de $M_{pre-post} = - 4.325$ con un valor de $p = .000$ lo que permite afirmar en un 95% de nivel de confianza que el laboratorio virtual ChemLab influyó significativamente en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Palabras clave: Aprendizaje – estrategias educativas – innovación pedagógica – laboratorio escolar – tecnología educacional

1 ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8501-0883>

2 ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2921-5572>

3 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1357-5503>

ABSTRACT

This study determined the influence of the ChemLab Virtual Laboratory on the learning of the subject of Chemistry in students of an educational institution based on a quantitative approach with a pre-experimental design, with a single group with pre and post test where three sessions were applied in the laboratory. ChemLab to 40 students selected in a non-probabilistic way. The Learning Process Examination in the Subject of Chemistry (EPAAQ) with 21 items was validated by five experts and with a reliability level of .849 and due to the normal distribution in the contracting of hypotheses, the Pearson r coefficient and the Student's T test. Among the results, the ChemLab laboratory-based program achieved significant improvements in Chemistry learning, starting from an average of 14.325 before the program and reaching 18.65 after the program, which shows a difference of $M_{pre-post} = - 4.325$ with a value of $p = .000$ which allows us to affirm at a 95% confidence level that the ChemLab virtual laboratory significantly influenced the students' learning process.

Keywords: Learning – educational strategies – pedagogical innovation – school laboratory – educational technology

INTRODUCCIÓN

Un simulador de química virtual es una herramienta digital que permite simular y experimentar con diferentes conceptos y procesos químicos utilizando un entorno virtual que ofrece interactividad y opciones experimentales, que permite a los usuarios explorar y comprender mejor los principios y fenómenos químicos. Además, estos simuladores se utilizan en varios campos, como la medicina, la ingeniería, la docencia, entre otros, para proporcionar experiencias inmersivas y prácticas, sobre todo, permiten a los alumnos ejercer habilidades y tomar decisiones en un contexto simulado antes de afrontarse a contextos reales.

En el contexto internacional, el aprendizaje ha evolucionado desde el entorno presencial hacia la virtualidad en la pandemia, adquiriendo habilidades vivenciales de manera interactiva y dinámica. Por consiguiente, Serna et al. (2021) indicaron que la educación en línea y la capacitación virtual son fundamentales para democratizar el acceso a la educación, ofrecer flexibilidad, promover la actualización constante, desarrollar competencias digitales y fomentar la innovación pedagógica en un entorno educativo en constante evolución y disminuir la reprobación continua, así como la deserción escolar. Asimismo, los modelos de laboratorios virtuales son una táctica que apoya el proceso de aprendizaje y enseñanza de las áreas del campo de la Química, lo que impulsa a mejorar las clases teóricas, incita la curiosidad de los alumnos, fomenta su habilidad para atender problemas y, lo más importante, conecta teoría y

práctica. Por ello, Konstantinidi (2022) sostuvo que los simuladores virtuales permiten adaptar los contenidos y actividades de aprendizaje a los requerimientos específicos de cada alumno, facilitando un enfoque más individualizado, además, el laboratorio virtual contribuye una serie de beneficios, como la difusión del aprendizaje constructivista que promueve las habilidades de pensamiento crítico y análisis.

En el entorno de la asignatura de Química es necesario la experimentación donde los estudiantes formulan hipótesis, estructuran y seleccionan datos hasta llegar a conclusiones, lo que permite el desarrollo del pensamiento científico y la alfabetización en ciencias, por ello se debe tener en cuenta que no todas las instituciones educativas están provistas con estas instalaciones y en muchas de las que las tienen, carecen de los instrumentos y equipos adecuados, debido que no disponen con los recursos económicos y personal calificado. Sin embargo, se presentan retos como la falta de realismo, la dificultad técnica, falta de la motivación e insuficiente acompañamiento docente, por lo tanto, es importante evaluar el impacto que tiene el empleo de laboratorios virtuales en el aprendizaje escolar en química, donde será necesario combinar dos modalidades de enseñanza: la presencial y la virtual. Dado que, en el entorno educativo local gran parte de los docentes de ciencias no están capacitados en nuevas tecnologías, teniendo en cuenta que las TICs son parte del contexto del aprendizaje y enseñanza de las ciencias, por tanto, se

deben incluir los recursos digitales donde los docentes puedan acceder a estos simuladores y aplicarlos en sus sesiones.

La problemática del aprendizaje se manifiesta en diversas instituciones que tienen un área destinada a Laboratorio de Ciencias y no está debidamente implementada ya que carecen de buenos equipos y materiales, incluso no cuentan con personal docente capacitado que permita el proceso de aprendizaje de experiencias, donde la falta de práctica científica conduce a una escasa comprensión de los conceptos y ausencia de habilidades que conllevando a la desmotivación y menor interés que afecta la aptitud de aprendizaje.

Este estudio beneficia la comprensión de la química a través de simuladores virtuales mediante el aprendizaje autónomo y habilidades científicas del estudiante, ya que es importante proporcionar destrezas y conocimientos necesarios para contribuir en el progreso tecnológico y alfabetización científica. En consecuencia, se pretende determinar la influencia del Laboratorio Virtual ChemLab en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de educación básico regular.

El surgimiento del interés en los laboratorios virtuales se debe a la necesidad de desarrollar sistemas de apoyo al estudiante para mejorar la eficiencia de las prácticas y procedimientos de laboratorios y optimizando el tiempo emplead. Además, los laboratorios virtuales, tal es el caso de ChemLab, consisten en software de computadora diseñado para capacitar a las personas en un campo determinado mediante pruebas virtuales desarrollado como una guía por un

maestro experimentado. A través de estos laboratorios las simulaciones de fenómenos naturales se pueden organizar en sistemas virtuales de modo que se puedan obtener representaciones gráficas y numéricas precisas. Por ello, se encontró diversos estudios previos con enfoques cuantitativos (Manyilizu, 2023; Chonillo-Sislema, 2022; Acosta, 2019; Paredes-Navia y Molina-Caballero, 2019; Cardona, 2018; Rivas, 2023; Layza, 2023; Verástegui, 2021; Trujillo, 2019; Yarcho, 2018) y algunos cualitativos (Rincón et al., 2021; Madera y Martínez, 2022) y mixtos (Valencia, 2022; Mena, 2021; Velásquez, 2022).

En base al análisis de sus resultados, se identificó que la incorporación de las TIC y los entornos de laboratorio virtuales en la enseñanza de la química pueden generar aspectos positivos en el aprendizaje, mayor motivación y una mejor asimilación de conceptos, donde el empleo del laboratorio virtual ejerció un impacto considerable en el aprendizaje (Mena, 2022; Álvarez et al. 2021; Valencia, 2022; Paredes-Navia y Molina-Caballero, 2019; Ernowati y Ikhsan, 2021; Widarti et al. 2022). También, se destaca la adopción de simuladores de laboratorio virtual como herramienta pedagógica en el procedimiento de instrucción del curso de Química (Chonillo-Sislema, 2022; Rincón et al. 2021; Madera y Martínez, 2022; Cardona, 2018, Manyilizu, 2023) y en consecuencia, se sugiere mayor exploración e integración de laboratorios virtuales aunque se reconoce limitaciones como la exclusión de estudios no revisados por pares y un enfoque únicamente en las medidas de rendimiento de los estudiantes (Lancer & Prudente 2022).

En síntesis, para la ejecución de una aplicación de laboratorio virtual en la asignatura de Química se utilizó la aplicación ChemLab que operó a través de Simulaciones alojadas en Google Sites LMS para fines de gestión y organización. Esta iniciativa, se evidenció en el dominio de la innovación académica en el contexto en línea, lo que ayuda a los escolares a analizar diversas manifestaciones químicas que se efectúan en el medio ambiente. Por tal motivo, se pretende responder ¿De qué manera influye el Laboratorio Virtual ChemLab en el aprendizaje?

Por ello, este estudio que busca medir el aprendizaje se sustenta en la teoría constructivista porque en el contexto educativo, se resalta la necesidad de brindar a los alumnos un conjunto de recursos que les permiten construir y delimitar sus propios aprendizajes. Según la perspectiva de Roig-Vila (2018) la inclusión de la comunicación y los medios tecnológicos, como ChemLab, en la enseñanza del curso de química, representa una estrategia innovadora que fomenta en los estudiantes la adopción de una metodología científica. Además, la meta es capacitarlos para abordar de manera efectiva cualquier desafío o eventualidad y fomentar la colaboración activa de los escolares en el proceso de formación.

METODOLOGÍA

Este estudio es aplicado con un enfoque cuantitativo y nivel explicativo mediante un diseño pre experimental, con un solo grupo con pre y post test, ya que este tipo de diseños en el ámbito educativo son útiles para evaluar intervenciones pedagógicas o programas educativos de

Por ello, Quiroz & Runge (2021) señalaron que las TIC ayudan a los estudiantes a construir el conocimiento activamente al brindarles herramientas y recursos para explorar, experimentar y colaborar en su proceso de aprendizaje. Asimismo, la indagación en el aprendizaje mediante métodos científicos, plantea no solo explorar el mundo físico, sino promover el aprendizaje activo, el razonamiento crítico y la toma de acciones, es un medio fundamental y necesaria para construir conocimientos y desplegar competencias científicas en los escolares. Según Aramendi et al. (2018) integrar el constructivismo en el aprendizaje, pretendemos fortalecer la autonomía, la creatividad, el pensamiento crítico y la autorregulación de los estudiantes para que puedan desarrollar las habilidades y competencias necesarias para un aprendizaje integral. También, la exposición del mundo físico en el aprendizaje se centra en conocimientos sobre materia y energía, y cómo se relaciona con su entorno y experiencias. Además, el diseño y construcción de soluciones tecnológicas en el aprendizaje lo que implica la capacidad de identificar problemas, analizarlos, diseñar soluciones y construir prototipos para resolverlos.

manera inicial, antes de realizar evaluaciones más exhaustivas (Gandía et al. 2018).

GE O1 X O2

Asimismo, en base a la población de 232

estudiantes matriculados en el nivel secundario, la muestra no probabilística fue de 40 estudiantes de tercer año de una institución educativa del norte peruano, siendo 23 de sexo femenino. Asimismo, se aplicó la técnica de la encuesta mediante un Examen de Proceso de Aprendizaje en la Asignatura de Química (EPAAQ) que midió el nivel de aprendizaje mediante 21 reactivos basado en dos escalas nominal: correcto e incorrecto.

Por tanto, se utilizó el Alfa de Cronbach en una prueba piloto donde se obtuvieron valores de ,849 lo que evidencia consistencia y una adecuada fiabilidad, así como fue validado por cinco expertos. Y la información obtenida fue procesada en el SPSS.v.26 para determinar la confiabilidad y el análisis inferencial mediante la prueba de normalidad de Chapiro Wilk dado que la muestra fue de 30 participantes se obtuvo una distribución normal lo que permitió realizar el análisis estadístico paramétrico mediante el coeficiente r de Pearson y la prueba de T de Student para la contratación de hipótesis.

Antes del proceso de experimentación, se brindó una sensibilización del entorno virtual de ChemLab para que los estudiantes se familiaricen con los controles y funcionalidades básicas del simulador. Asimismo, este programa ChemLab fue instalado en las

computadoras del aula de cómputo y accesible a través de Google Sites para facilitar su organización y gestión, incluso se facilitó el programa a cada estudiante para instalarlo en su computador personal.

En el inicio de la experimentación, se agruparon para fomentar el aprendizaje colaborativo y a cada uno asumió tareas designadas como la observación y apuntes, el control de la simulación, el análisis de datos, entre otros, permitiendo la participación activa de todos. Asimismo, durante las simulaciones, los estudiantes interactuaron con los instrumentos virtuales: matraces, balanzas y termómetros, replicando procedimientos de laboratorio de química real, ante ello, la interfaz permitió medir, combinar y analizar sustancias químicas en un entorno seguro y controlado.

Las docentes supervisaron las actividades de los estudiantes, resolviendo dudas y monitoreando la interpretación de los resultados para que posteriormente los estudiantes discutan los resultados en grupos, respondiendo preguntas de análisis y comparación, compartiendo hallazgos y las mejores prácticas observadas en el uso del laboratorio virtual. Después, se administró el postest para evaluar el aprendizaje adquirido.

RESULTADOS

Después del procesamiento de información, los resultados reflejaron:

Tabla 1

Resultados de aprendizaje en Química. Pretest y Postest

	Pretest		Postest	
	f	%	f	%
En inicio	8	20	0	0
En proceso	9	22.5	1	2.5
Logro esperado	15	37.5	7	17.5
Logro destacado	8	20	32	80
Total	40	100	40	100

En esta tabla, se evidencia la movilización de resultados en el proceso de aprendizaje de Química mediante la aplicación del programa basado en la plataforma virtual ChemLab, ya que antes de su ejecución solo un 20% de

estudiantes alcanzaron el logro destacado, en cambio, se incrementó a un 80% después del programa, lo que muestra cambios sustanciales en los niveles de aprendizaje.

Tabla 2

Resultados por dimensiones del aprendizaje en Pretest vs Postest

	Pretest			Postest		
	D1 %	D2 %	D3 %	D1 %	D2 %	D3 %
En inicio	25	32.5	12.5	0.0	2.5	0.0
En proceso	25	20	20	2.5	0.0	2.5
Logro esperado	20	17.5	25	25.0	5.0	5.0
Logro destacado	30	30.0	42.5	72.5	92.5	92.5
Total	100	100	100	100	100	100

Asimismo, se evidencia previa a la aplicación del programa que un 30% de estudiantes alcanzaron el logro desatacado en la capacidad de indagar mediante métodos científicos, en cambio, se incrementó a un 72.5% después del programa, lo que muestra mejoras en dicha capacidad. Asimismo, de un 30% que lograron el nivel

destacado en la capacidad de exponer el mundo físico basándose en conocimientos sobre materia y energía se incrementó a un 92.5% y en relación a la capacidad de diseñar y construir para solucionar problemas se incrementó de 42.5% en el pretest a 92.5% en el nivel destacado.

Tabla 3*Influencia de laboratorio virtual ChemLab en el proceso de aprendizaje en la asignatura de química*

	Diferencias emparejadas			t	gl	p.	d Cohen's
	M	95% IC					
		Inf	Sup				
Pretest	-4.325	-5.707	-2.943	-6.328	39	.000	-1.001
Postest							

Asimismo, en base al valor $p=.000$ que permitió rechazar la hipótesis nula y con un nivel de confianza del 95%, se afirma que el laboratorio virtual ChemLab influye positivamente en el aprendizaje de Química en los escolares, ya que la

diferencia de medias fue $M_{pre-post}=-4.325$ respaldada por un coeficiente $d=-1.001$, lo que significa que el tamaño de efecto es grande lo que permite generalizar estos resultados.

DISCUSIÓN

El laboratorio virtual ChemLab está enmarcado en las actividades académicas y científicas lo que concuerda con Trujillo (2019) en relación a los programas de simuladores de carácter virtual que mejoran el aprendizaje en la competencia de indagación a través del método científico en el nivel secundario, incluso Madera y Martínez (2022) afirmaron que estos simuladores permiten la interiorización de conceptos, leyes y experimentos que facilitan la comprensión de química. Además, facilita la comprensión de conceptos abstractos en las ciencias, promueve el aprendizaje significativo y aumenta la motivación (Valencia, 2022). En cuanto a la indagación mediante métodos científicos mediante el laboratorio virtual ChemLab se evidenció una diferencia de medias ($M_{pre-post}$) -1.625 respaldada por un coeficiente d Cohen's de -0.749 que muestra un efecto mediano y con un valor $p=.000$ y se sustenta en Widarti et al. (2022) que destacó la importancia de la indagación y búsqueda de conocimientos mediante métodos

científicos en el aprendizaje de los estudiantes y el fomento de la curiosidad, además de construir conceptos sólidos en química práctica (Manyilizu, 2023).

Asimismo, en la dimensión de la explicación del mundo físico mediante el laboratorio virtual ChemLab se evidenció una diferencia de medias ($M_{pre-post}$) -1.7 complementada por un coeficiente d Cohen's de -0.871 que muestra un efecto grande y con un valor $p=.000$, lo que se relaciona con el impacto del uso del laboratorio virtual ChemLab en el desarrollo de habilidades de explicación del mundo físico, centradas en el conocimiento sobre materia y energía (Rincón et al. 2021) y comprendiendo de mejor manera los conceptos de química y su aplicación en la vida real, lo que se basa en el conocimiento científico, la observación y la aplicación de leyes y teorías (Manyilizu, 2023) lo que permitió resolver problemas en el área de química y una claridad de las propiedades de las sustancias y su formación. En consecuencia, estas herramientas tecnológicas ayudaron a los estudiantes a

establecer conexiones entre la teoría y la práctica, especialmente en el contexto de la química inorgánica (Widarti et al. 2022).

Además, en la capacidad de diseño y construcción tecnológica para atender los problemas emergentes mediante el laboratorio virtual ChemLab se evidenció una diferencia de medias (M pre-post) fue de -1.0 complementada por un coeficiente d Cohen's de -0.651 que muestra un efecto moderado y con un valor $p=.000$, lo que concuerda con Rincón et al. (2021) señalando que esta capacidad no es solo adquirir conocimiento, sino aplicarlos en situaciones problemáticas mediante los recursos tecnológicos y le permita desarrollar destrezas como la creatividad y criticidad, e integrar la tecnología con el entorno educativo y social. Además,

CONCLUSIONES

El programa educativo basado en el laboratorio virtual ChemLab mejoró el proceso de aprendizaje de química en los escolares puesto que al contrastar el pre con el postest se diferenció en las medias $M=-4.325$ y con valor de $p=.000$, lo que refleja un impacto significativo y estadístico del laboratorio virtual en el proceso de aprendizaje.

El programa educativo basado en el laboratorio virtual ChemLab mejoró la habilidad de los alumnos para indagar mediante métodos científicos en los escolares puesto que al contrastar el pre con el postest se diferenció en las medias $M=-1.625$ y con valor de $p=.000$, lo que refleja un impacto significativo y estadístico del laboratorio virtual en la capacidad de los estudiantes para indagar mediante métodos científicos.

El programa educativo basado en el

permite abordar desafíos científicos y resolución de problemas (Lancer & Prudente 2022) mediante habilidades de atención, creatividad y pensamiento crítico y tecnológico para abordar desafíos educativos y sociales (Rivas, 2023), por ello, la educación debe forjar jóvenes competitivos en la tecnología que les permitan transformar e innovar en el ámbito científico.

Como toda pesquisa presenta limitaciones como en los índices bibliométricos en el aspecto idiomático y espacial y el acceso a las unidades de análisis para el trabajo de campo y proceso de experimentación. Otro limitante de forma es sintetizar el contenido y cantidad de palabras respetando las directrices para la difusión.

laboratorio virtual ChemLab mejoró la habilidad para exponer la realidad en los escolares puesto que al contrastar el pre con el postest se diferenció en las medias $M=-1.7$ y con valor de $p=.000$, lo que refleja un impacto significativo y estadístico del laboratorio virtual en la capacidad de los estudiantes para analizar la realidad basado en conocimientos sobre materia y energía.

El programa educativo basado en el laboratorio virtual ChemLab mejoró la habilidad diseñar y construir soluciones tecnológicas en los escolares puesto que al contrastar el pre con el postest se diferenció en las medias $M=-1,0$ y con valor de $p=.000$, lo que refleja un impacto significativo y estadístico del laboratorio virtual en la capacidad de los estudiantes para generar soluciones tecnológicas ante problemas

identificadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. R. (2019) *Implementación de un laboratorio virtual como estrategia de enseñanza de los gases ideales en la institución educativa Monseñor Alberto Reyes Fonseca de Guayabetal* [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia].
<https://hdl.handle.net/20.500.12494/14869>
- Aramendi, P., Arburua, R. M., & Buján, K. (2018) *El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. Revista de Investigación Educativa*, 36(1), 109-124. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.1.278991>
- Cardona, R. (2018) *Efectividad del uso de los laboratorios virtuales en la enseñanza y aprendizaje del concepto materia y sus propiedades* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia)
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68642>
- Chonillo-Sislema, L. (2022) El laboratorio virtual “Crocodile Chemistry” como estrategia didáctica para el aprendizaje de química. *Actas del Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología*, VII, 104–123
<https://doi.org/10.35622/inudi.c.01.07>
- Manyilizu, M. C. (2023) Eficacia de las experiencias de laboratorio virtual frente a las experiencias en papel para la práctica de la química en las escuelas secundarias de Tanzania. *Educ Inf Technol* 28, 4831–4848
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11327-7>
- Ernawati, D. & Ikhsan, J. (2021) Fostering Students’ Cognitive Achievement Through Employing Virtual Reality Laboratory (VRL). *Revista internacional de ingeniería biomédica y en línea (iJOE)*, 17 (13).
<https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i13.24529>
- Gandía C., Vergara G., Lisdero P., Cena R. y Quattrini, D. (2018) *Metodologías de la investigación: estrategias de indagación II*. Buenos Aires: Editora Estudios Sociológicos Editora
<https://acortar.link/7KNPPz>
- Konstantinidi, K. (2022) *Metodologías de enseñanza-aprendizaje para entornos virtuales*. España: Adaya Press
<https://acortar.link/mxn3bZ>
- Lancer, M. & Prudente, M. (2022) *Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis,” International Journal of Information and Education Technology*. 12 (2), 150-156 <https://www.ijiet.org/show-166-1979-1.html>
- Layza, P. A. (2023) *Programa “Quimilay” en el aprendizaje de la química en estudiantes de secundaria. Villa María del Triunfo – 2022* [Tesis de Doctorado, Universidad César Vallejo]
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110855>
- Madera, D. & Martínez, O. (2022) *Procesos de simulación virtual en química, una alternativa para generar espacios de aprendizaje autónomo, en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Benicio Agudelo del Municipio de Tierralta - Córdoba*. (Tesis de maestría, Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología de Colombia)
<https://repositorio.umecit.edu.pa/handle/001/6384>
- Mena, E. V. (2021) *Chemlab y Modellus como herramientas de simulación de laboratorio virtual en Química y Física* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]

- <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2847>
- Paredes-Navia, J. G., & Molina-Caballero, M. F. (2019) Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. (45), 71-88. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=614264674004>
- Quiroz, R.E & Runge, A.K. (2021) *Investigación para ampliar las fronteras*. Medellín: UPB y Universidad de Antioquia <https://repositorio.upb.edu.co/handle/20500.11912/6277>
- Rincón, C., Flórez J. y Santos, N. (2021) *Simuladores virtuales en la resolución de problemas de nomenclatura inorgánica*. [Tesis de especialidad, Corporación Universitaria del Caribe CECAR]. <https://repositorio.cecar.edu.co/handle/cecar/2614>
- Rivas, M. E. (2023) *Laboratorios virtuales como estrategia para el aprendizaje del Área de Ciencia y Tecnología en colegios del nivel secundario, Chiclayo* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20500.12692/117321?show=full>
- Roig-Vila, R. (2018). *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior*. Barcelona: Octaedro <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=728096>
- Serna, E. (2021). *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI [recurso electrónico]*, 4a ed. - Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5708704>
- Trujillo, W. M. (2019) *Programa de Simuladores Virtuales para mejorar el aprendizaje en el curso de Física elemental en la competencia de Indagación mediante Método Científico para construir conocimiento; en los estudiantes de 5to año de secundaria de la I.E.P “Rosa María Checa, Chiclayo 2018*. [Tesis de Maestría, Universidad de Pedro Ruiz Gallo] <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20500.12893/5818>
- Valencia, R. M. (2022) *El laboratorio virtual crocodile chemistry para la enseñanza y aprendizaje de las leyes de los gases* (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81587>
- Velásquez Y. L. (2022) *Simulador virtual para el aprendizaje de la física elemental en estudiantes de secundaria de la Institución Educativa “Jesús Maestro”, 2020*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Santa] <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20500.14278/3965>
- Verastegui, A. (2021) *Uso didáctico del laboratorio virtual y su influencia en el aprendizaje por competencias de soluciones químicas en estudiantes de la Universidad Continental 2020*. (Tesis de maestría, Universidad Continental) <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20500.12394/10372>
- Widarti1, A. R., Imanul, M. y Ainur, D. (2022) The Development of a Virtual Laboratory on Qualitative Chemical Practicum Analysis. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 10(3), 785-804. <https://doi.org/10.26811/peuradeun.v10i3.760>
- Yarcho, L. A. (2018) *Desarrollo y aplicación del módulo multimedia JCLIC con la tabla periódica en el rendimiento académico de los estudiantes del segundo ciclo de la Facultad de Agropecuaria y Nutrición de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle*

[Tesis de maestría Universidad
Nacional Mayor de San Marcos]
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/c>

[d3c0051-90a0-4476-aaf0-
9a5a1d0ac96c](https://doi.org/10.18269/d3c0051-90a0-4476-aaf0-9a5a1d0ac96c)