



Manual de prácticas de laboratorio virtual para la mejora del aprendizaje experimental de la Biología

Manual of virtual laboratory practices to improve experimental learning in Biology

AUTOR: Gissel Alejandra Mejía Rosero¹

¹ Ingeniera en Biotecnología. Magíster en Educación, Tecnología e Innovación. Docente en la Unidad Educativa Particular Profesor Luis Merani. Quito, Pichincha. Ecuador. E-mail: alejandramejia97@gmail.com Código ORCID <https://orcid.org/0009-0006-9085-0667>

Fecha de recepción: 2023-12-05

Fecha de aceptación: 2024-01-20

Fecha de publicación: 2024-02-06

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar una propuesta metodológica para un manual de laboratorio virtual destinado al aprendizaje de Biología en estudiantes de décimo año de Educación General Básica. La investigación se basa en la hipótesis de que el desarrollo de habilidades en la aplicación de conocimientos biológicos puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Se utilizó un enfoque mixto con un alcance explicativo para recolectar datos cualitativos y cuantitativos. En la revisión bibliográfica, se realizó un análisis crítico de las metodologías existentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Biología. Durante la aplicación y evaluación de la propuesta, se emplearon diversos métodos para asegurar la validez y confiabilidad científica del aporte práctico y obtener resultados adecuados. La plataforma CloudLabs fue seleccionada para realizar prácticas experimentales en línea, debido a sus ventajas tecnológicas y metodológicas. El manual de laboratorio virtual para Biología constituye una guía educativa que facilita la realización de experimentos en entornos virtuales, alineada con el currículo, al tiempo que proporciona instrucciones claras y recursos visuales promueve un aprendizaje autónomo y efectivo, reforzando la comprensión de conceptos científicos vinculados a esta ciencia natural.

PALABRAS CLAVE: Manual de laboratorio; Laboratorio virtual; Biología; Prácticas experimentales; Enseñanza-aprendizaje.



ABSTRACT

The aim of the work was to develop a methodological proposal for a virtual laboratory manual aimed at learning Biology in tenth year students of Basic General Education. The research is based on the hypothesis that the development of skills in the application of biological knowledge can improve students' academic performance. A mixed approach with an explanatory scope was used to collect qualitative and quantitative data. In the bibliographic review, a critical analysis of the existing methodologies in the teaching-learning process of Biology was conducted. During the application and evaluation of the proposal, various methods were used to ensure the validity and scientific reliability of the practical contribution and obtain adequate results. The CloudLabs platform was selected to conduct experimental online practices, due to its technological and methodological advantages. The virtual laboratory manual for Biology forms an educational guide that helps the performance of experiments in virtual environments, aligned with the curriculum, while providing clear instructions and visual resources, promoting autonomous and effective learning, reinforcing the understanding of scientific concepts linked to this natural science.

KEYWORDS: Laboratory manual; Virtual laboratory; Biology; Experimental practices; Teaching-learning.

INTRODUCCIÓN

La Unidad Educativa Cristo Rey se encuentra en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, Ecuador. Es una institución católica distinguida por su enfoque educativo basado en valores, siguiendo el currículo académico del Ministerio de Educación, integrando dentro de su oferta académica la cultura franciscana, el liderazgo laical, el compromiso socio ambiental y el uso de herramientas virtuales.

Esta institución educativa se ha consolidado como un referente regional en el campo de la formación académica. Aquí, los estudiantes poseen la oportunidad de fortificar y desarrollar nuevas habilidades en el uso de las TIC, así como también en la investigación, con la finalidad de responder a las necesidades de la iglesia y la sociedad.

La Unidad Educativa se ha comprometido a proporcionar a cada uno de los estudiantes herramientas, tecnologías y recursos indispensables para conseguir competencias digitales e incentivar la investigación como un medio de conocimiento, avivando el desarrollo integral y la capacidad de resolver desafíos contemporáneos.

Los estudiantes que conforman esta Unidad Educativa pertenecen al nivel socioeconómico medio. La “Cristo Rey” se ha adaptado a múltiples cambios

del sistema educativo, en la actualidad la población estudiantil está conformada por 542 estudiantes desde los 4 años hasta 15 años distribuidos en las clases de inicial hasta décimo año de educación básica general.

Por otra parte, esta prestigiosa institución se enfrenta a un desafío preocupante que afecta a esta población estudiantil: la ausencia de laboratorios de Biología. La carencia de materiales y recursos para prácticas experimentales impacta de forma negativa sobre el rendimiento académico, dejando el aprendizaje de esta disciplina rezagado en comparación con otras instituciones (Hermanas Franciscanas María Inmaculada, 2022).

No obstante, existe una oportunidad valiosa que son los laboratorios de informática, que se encuentran subutilizados y pueden convertirse en una alternativa efectiva para cubrir esta ausencia.

La asignatura Biología, dada sus características experimentales, demanda del desarrollo de habilidades de investigación, la cuales no alcanzan totalmente los resultados previstos en el currículo. De tal manera, se ha podido corroborar en los últimos periodos académicos un déficit de acuerdo con ciertas manifestaciones:

Las pruebas “Ser estudiante”, ejecutadas por el Ministerio de Educación en el 2016, demostraron que la tendencia de aprendizaje de las ciencias experimentales es baja en comparación con otras asignaturas (*Ver tabla 1*).

Tabla 1. Promedio general alcanzado en evaluaciones Ser Bachiller 2016.

Asignaturas	Nivel	Calificación
Lenguaje	4to EGB	508,43
	7mo EGB	490,70
Matemáticas	4to EGB	524,17
	7mo EGB	513,12
Ciencias Naturales	7mo EGB	510,00
Promedio		509,28

Fuente: UNESCO-LLECE

Elaborado por: Ministerio de Educación del Ecuador.

La Tabla 1 muestra los promedios generales alcanzados en las evaluaciones "Ser Bachiller" del año 2016, desglosados por asignaturas y niveles educativos. En el área de Lenguaje, se observa que la calificación promedio en 4to EGB es de 508,43, mientras que en 7mo EGB disminuye a 490,70. Esta disminución de 17,73 puntos puede sugerir un desafío en el rendimiento en Lenguaje a medida que los estudiantes avanzan en su educación, indicando posiblemente una mayor dificultad en esta asignatura en niveles superiores.

En Matemáticas, el patrón es similar. La calificación promedio en 4to EGB



es de 524,17, y en 7mo EGB baja a 513,12, lo que representa una caída de 11,05 puntos. Esta tendencia descendente en Matemáticas también señala una posible dificultad creciente con el avance en los niveles educativos, que podría requerir una revisión de las estrategias pedagógicas empleadas para mejorar el rendimiento en esta materia.

En el caso de Ciencias Naturales, la calificación promedio para 7mo EGB es de 510,00. Este dato es importante ya que no se cuentan con resultados de 4to EGB en esta asignatura, pero proporciona un punto de referencia para comparar con Lenguaje y Matemáticas en el mismo nivel educativo.

El promedio general alcanzado en las evaluaciones es de 509,28, una cifra que resulta de la combinación de las calificaciones en Lenguaje, Matemáticas y Ciencias Naturales para 7mo EGB. Esta cifra refleja un desempeño global en estas áreas académicas para el nivel mencionado. La tendencia general de descenso en las calificaciones a medida que los estudiantes avanzan en su educación sugiere la necesidad de revisar y potencialmente ajustar las estrategias de enseñanza para abordar estas dificultades y mejorar el rendimiento académico en los niveles superiores.

En esta prueba se evidenció la relación entre el rendimiento académico del estudiantado, la infraestructura de la Unidad Educativa, las condiciones del aula y la disposición de materiales y recursos.

Se comprobó además que, el promedio más alto de rendimiento lo consiguieron los estudiantes de unidades educativas particulares, donde la mayoría cuentan con alta preparación docente y laboratorios bien equipados (Ministerio de Educación, 2016).

Con este resultado Rodríguez (2019), concluyó que el problema es de índole económico ya que, al no contar con una correcta inversión o implementación de laboratorios, los estudiantes de las escuelas o colegios fiscales no logran transformar los conceptos teóricos en realidades palpables.

Por otro lado, en la Unidad Educativa Cristo Rey, al contar con un elevado número de estudiantes de décimo grado, no puede ejecutar prácticas de Biología con la debida frecuencia, dado que no cuenta con la infraestructura adecuada, ni los recursos tecnológicos necesarios.

Los estudiantes cuentan con una escasa y casi nula experiencia práctica de la asignatura como resultado directo de las escasas visitas al laboratorio que han realizado, así como también al limitado espacio físico y recursos con el que cuentan para realizar las pocas experimentaciones.

Además, los docentes están conscientes que sus estudiantes se encuentran en una desventaja frente a los estudiantes de otras unidades educativas, que sí cuentan con esta posibilidad.

Por otra parte, la Unidad Educativa, al contar con laboratorios de computación con acceso de banda ancha a Internet, pudiera tener por esa vía una salida a la situación mediante la implementación de laboratorios virtuales.

Según Aguilera (2020), las prácticas de laboratorio de las materias experimentales como la Física, Química o Biología se han catalogado con una condición que valida el conocimiento y lo transforma en una realidad.

La experimentación construye los cimientos en los cuales el estudiante se preparará para su vida profesional, gracias al desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes de una manera circunstancial, mediante procesos de intervención cognitivos y manipulativos al objeto de estudio como lo expresan los autores Lemus y Guevara (2021). Además, las prácticas según Martín Quintero (2010), desempeñan un rol importante puesto que relacionan la interacción entre lo social (el experimentador, docente y compañeros) y lo natural (fenómeno químico o físico), ligado a un determinado espacio llamado laboratorio.

Así también, para Zorrilla (2019), en la Biología las prácticas son parte integral de la construcción de la propia teoría, debido a que, brindan la oportunidad al alumno de comprobar los conceptos teóricos recibidos en el salón de clase, centrándose en estrategias metodológicas, estructuración lógica, recuerdos efectivos y procesamiento profundo de la información.

La ausencia de estas prácticas repercute sobre el rendimiento académico de los estudiantes, por ejemplo, en el Ecuador para el año académico 2019-2020 en las pruebas ejecutadas a los estudiantes de tercero de bachillerato INEVAL (Ver tabla 2), se comprobó que apenas hubo un 47% de aciertos en el área de Biología. Al determinar las formas de evaluar el rendimiento, se reportó que los temas que menos puntaje de aciertos obtenían eran aquellos que debían de ir acompañados de un componente práctico.

Con esto se estableció que el rendimiento tiene que ver con la eficiencia y la eficacia de los procesos educativos lo que conlleva a hacer uso de medios que permitan el progreso y aprendizaje. Si bien esta prueba no permite establecer conclusiones sobre la calidad educativa de las instituciones, si consiente a determinar cuáles son los tópicos que se necesita mejorar y a partir de ello, realizar una nueva planificación, reestructuración, y cambios específicos, que contribuyan a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes (INEVAL, 2020, pp. 20-25).

A partir de la descripción realizada en los párrafos anteriores, de estos investigadores, se puede inferir que es posible suplir la ausencia de recursos físicos por recursos digitales. Por esta razón, el presente artículo propone una metodología innovadora basada en laboratorios virtuales que busca transformar y enriquecer la enseñanza de la Biología para los estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa Cristo Rey en Tulcán.



Tabla 2. Porcentaje de aciertos en los tópicos que componen los grupos temáticos de la Biología.

Campo	Grupos temáticos	Tópicos	Porcentaje de aciertos		
Ciencias Naturales	El mundo de la química 45%	Los gases	46%		
		Modelo atómico y tabla periódica	39%		
		El enlace químico	45%		
		Formación de compuestos químicos	52%		
		Compuestos orgánicos	48%		
		Cinética y equilibrio químico	39%		
	La química y su lenguaje 44%	Las reacciones químicas y sus ecuaciones	44%		
			60%		
	Movimiento y fuerza 51%	Química en acción 60%	Química de disoluciones	60%	
			Movimiento y fuerza 51%	Movimiento Rectilíneo Uniforme y Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado	49%
				Movimiento en dos dimensiones	66%
				Movimiento Circular Uniforme	40%
				Las leyes de Newton	63%
				Impulso y cantidad de movimiento	47%
Movimiento parabólico (proyectiles)				59%	
Fuerza elástica				43%	
Movimiento Armónico Simple	46%				
Carga eléctrica	Carga eléctrica	52%			
		Potencial eléctrico	51%		
		La ley de Coulomb y el campo eléctrico	50%		
		Ley de Ohm y circuitos eléctricos	42%		
El campo magnético	El campo magnético	52%			
		52%			

0% 25% 50% 75% 100%

Fuente: Examen de Grado – Instituto Nacional de Evaluación Educativa, Ineval.

Elaborado por: Dirección de Análisis Geoestadístico e Informes, DAGI.

Este enfoque metodológico no solo pretende compensar la falta de recursos físicos, sino también aprovechar las ventajas que ofrecen las tecnologías digitales para crear un entorno de aprendizaje más interactivo y accesible. Los laboratorios virtuales permiten a los estudiantes experimentar con

simulaciones y prácticas que imitan situaciones reales, promoviendo una comprensión más profunda y práctica de los conceptos biológicos. Además, la integración de estas herramientas digitales ofrece oportunidades para personalizar el aprendizaje, adaptando las actividades a las necesidades y ritmos individuales de los estudiantes.

DESARROLLO

Valoración de las TIC en la educación

Para los autores Quiroga, Jaramillo y Vanegas (2019), el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el contexto educativo, ha revolucionado la formación educativa, teniendo un impacto positivo en el rendimiento académico. Además, Area (2008), sostiene que, las nuevas tecnologías existentes facilitan la flexibilización del proceso de enseñanza-aprendizaje, dando lugar a cambios en las concepciones metodológicas, la eficacia didáctica y los contenidos teóricos.

Para Quiroga, Jaramillo y Vanegas (2019), la valoración de las TIC dentro del contexto educativo ha incrementado en los últimos años. Dado que, estas han demostrado ser un recurso fundamental para potenciar el aprendizaje y la participación dentro del salón de clases. Martin, Syn y Westine (2020), detallan que, el fomento de la investigación independiente y el fortalecimiento de las habilidades tecnológicas que otorga el uso de las TIC son el resultado al acceso fácil y remoto a una cantidad considerable de información en corto tiempo.

A su vez los autores Macías, Suarez y Mayorga (2021), aseguran que, la incorporación de las TIC dentro del aula incrementa la motivación, la interactividad, el trabajo colaborativo y la formación de ambientes de aprendizaje-enseñanza dinámicos, entretenidos y enriquecedores.

Con lo expuesto en las líneas anteriores, la autora de esta propuesta concluye que, las TIC son instrumentos primordiales en la época actual y futura para el aprendizaje, sin embargo, el profesor debe de saber identificar cuando y donde usarlas, con la finalidad de que sus estudiantes se interesen en el contenido del currículo incrementando la espontaneidad y creatividad.

La implementación de laboratorios virtuales se cataloga como una metodología innovadora que facilita la experimentación mediante métodos digitales (Moedano, Magdaleno y Medellín, 2022, pp-7).

Varias instituciones han adoptado esta técnica para cubrir la ausencia de los laboratorios. La implementación se debe a que no solo amplía la cobertura académica, sino también optimiza costos. Puesto que, repite fenómenos cuantas veces sea requerido, lo que resulta atractivo para establecimientos con presupuesto limitado (Novoa y Flórez, 2018, p. 4).

No obstante, las ventajas que ofrece esta práctica son aún mayores. Los autores Luengas, Guevara y Sánchez, (2019) aseguran que el uso de estos, es



recomendable porque permiten a los participantes interactuar y explorar este espacio virtual, donde se muestran elementos que imitan las características físicas y químicas de los objetos reales. Asimismo, ofrecen flexibilidad y acceso rápido, dado que la configuración es fácil.

Dentro de este orden de ideas, el proceso de virtualización de prácticas de laboratorio que Cardoso, Mella y Suárez (2018) lo definen como la combinación de tecnologías interactivas para generar conocimiento sin limitaciones de localización con la intención de proporcionar ambientes educativos de calidad.

Los autores Crisol Moya, Herrera, y Montes (2020), señalan que esta herramienta ofrece una amplia gama de alternativas una visión enmarcada en el desarrollo digital, logrando que el alumno se independice del profesor y desarrolle la capacidad de auto gestionarse y disciplinarse.

Gracias a un análisis documental y una revisión bibliográfica relacionada con la metodología como estrategia en la educación, donde se destacan trabajos de Albán, Arguello y Molina (2020), se propone como una concepción metodológica al conjunto de procedimientos, técnicas y métodos regulados por requerimientos que facilitan el orden del pensamiento y el modo de actuar con la finalidad de obtener propósitos cognoscitivos.

Por otro lado, Molano, Mendoza, y Mendoza (2019), definen a la metodología educativa como una agrupación de estrategias y acciones planificadas de manera reflexiva y puntual, con el único fin del aprendizaje y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Dicho de otro modo, el autor establece que es el camino por el cual el pedagogo piensa y diseña su clase, empleando técnicas y herramientas tecnológicas o experimentales que permitan al estudiante asimilar conceptos y desarrollar competencias genéricas y específicas.

Para Asunción (2019) la metodología educativa en la Biología, se establece como el método por el cual el docente desarrolla la práctica diaria de la asignatura. Mediante un conjunto de estrategias, herramientas, técnicas, recursos y métodos didácticos que buscan afianzar los contenidos teóricos, motivando y dándole sentido a la explicación de los fenómenos naturales, así como también permitiendo identificar, evaluar, y analizar las capacidades y dificultades teórico- prácticas de los estudiantes.

Mientras que, Vilchez-Durán, (2019) define a la metodología experimental como una vía de conocimiento entre el profesor y el estudiante, donde la capacidad de asimilación se relaciona al tipo de enseñanza empleado por el docente dentro de su proceso de estrategia didáctica, a través de la cual buscará incrementar el campo de aprendizaje del alumno evitando una delimitación en la forma de enseñar.

A su vez, los autores Velázquez, Piguave, Valdés, y Zúñiga (2020) señalan

que la metodología educativa experimental se desenvuelve en función a las diversas teorías del aprendizaje, donde no solo se considera el papel de tutor del docente, sino también al estudiante como participante en la comprensión de la naturaleza. Estos redactores, determinaron que no hay una metodología que sea más eficaz que otra, sino que el éxito de estas se debe a las herramientas de implementación y a las características del grupo con el cual se trabaja.

Bajo el análisis y síntesis de la información antes detallada, nace la concepción metodológica de esta propuesta que mejore la experiencia práctica educativa y potencie el establecimiento de vínculos y la construcción de teorías científicas para el desarrollo de habilidades de investigación científica en los estudiantes.

Todo esto mediante el uso de alternativas empíricas como los manuales de prácticas de laboratorios virtuales que afiancen los conocimientos teóricos gracias a la inmersión de los estudiantes en las actividades de experimentación fomentando la innovación y curiosidad.

Una valoración de la metodología de los laboratorios virtuales junto con manuales de uso de los autores Pomar y Rivero (2020), quienes los definen como espacios digitales que incorporan de manera interactiva aspectos pedagógicos y tecnológicos para realizar actividades experimentales de aprendizaje. Esta metodología en Biología permite disminuir los costos de mantenimiento, puesto que, el alumno puede ejecutar las prácticas cuantas veces quiera para establecer los fenómenos con sus consecuencias, además, protege a los estudiantes de peligros asociados a la poca experticia en el manejo de reactivos o aparatos mecánicos, ya que, si se comete un error se simula la situación, pero no se genera un daño real ni en el laboratorio ni en el alumno.

Por otra parte, las desventajas de esta metodología es que es necesario que los estudiantes y el docente cuenten con conocimientos sobre el uso de programas de computación y sepan diferenciar los equipos y reactivos correctamente debido a que, en estas plataformas existen un sin número de estos, que en muchos de los casos ni siquiera son estudiados.

Investigadores como Cárdenas, Pérez y Cabeza (2021); Sangoluisa y Tituchina (2022), establecen que la simulación de un ambiente de exploración en Biología es indispensable para el desarrollo de habilidades en el pensamiento crítico en los estudiantes, la creación de interacciones reales logradas por los laboratorios virtuales pueden ser la solución pronta y económica para cubrir las deficiencias prácticas en esta asignatura. Con el análisis detallado y la revisión bibliográfica complementaria, la presente propuesta de creación de un manual de laboratorios virtuales, busca constituirse como un papel clave en las didácticas de enseñanzas activas de la Biología que permita una respuesta satisfactoria del más del 95 % del alumnado.



En este contexto, una investigación realizada por Álvarez, y Ramos (2020), plantea que solo existe un 2% de personal docente que se niegan a emplear los Laboratorios Virtuales y cerca del 80% de los profesores coinciden en que el uso de las TIC en educación únicamente se centra al ámbito conceptual o a la realización de trabajos de apoyo. Así también dentro de este estudio se estableció que los LV benefician en la optimización de recursos posibilitando las actividades prácticas de manipulación de instrumentos y materiales a todos los estudiantes.

Otro estudio realizado por Cuello y Hidalgo (2021), manifiesta que el aprendizaje en experimentación mediante la modalidad virtual y remota dentro de una plataforma adecuada, funciona como un complemento ideal en la formación experimental de la Biología permitiendo al estudiante mayor nivel de apropiación de los conceptos teniendo acceso al 100% de los recursos de laboratorio necesarios para cada práctica, contrario a los laboratorios presenciales donde apenas existen un 70 % de los recursos necesarios.

Por otra parte, Cuello y Hidalgo (2021) en su investigación concluyen que las guías didácticas establecidas para los LV permiten desarrollar el conocimiento científico de los estudiantes y cumplen con los estándares y derechos básicos de aprendizaje de la Biología, puesto que, el 100% de los estudiantes manifestaron que asisten en promedio 5 veces a los laboratorios, por la limitación de espacio y recursos de la institución y de las pocas veces que asisten a ellos, los laboratorios no cuentan con las condiciones adecuadas para la ejecución correcta de las actividades.

Por último, Valencia (2022), expone que las guías de interaprendizaje de Laboratorios Virtuales impactan en el mejoramiento del proceso de instrucción del estudiante incrementando en casi el 50% de efectividad en relación de proporcionalidad directa a la ausencia de laboratorios o a la práctica en laboratorios mal implementados. En este estudio se concluye que el desempeño académico de la Biología se ve motivado de manera intrínseca por las actividades experimentales

Un laboratorio virtual es un espacio interactivo tecnológico que incorpora herramientas pedagógicas, humanas y modernas, con la finalidad de realizar actividades de experimentación, adaptadas a un entorno de aprendizaje cumpliendo con los estándares académicos (Cruz, 2021, p.243).

Los laboratorios virtuales se fundamentan en el constructivismo, que corresponde a la adquisición del aprendizaje como un proceso de formación gradual. Dentro de este tipo de aprendizaje Serrano (2022), manifiesta que, el individuo debe mantenerse activo para internalizar de forma progresiva los conceptos científicos, reaccionando a los estímulos e instrucciones dadas por mediadores, y manifestándose en el pensamiento crítico, aprendizaje

autónomo y en el análisis de casos.

Un manual de laboratorio virtual es un conjunto de metodologías que son necesarias para cumplir con el objetivo planteado, para una experimentación biológica dentro de un software (García, et. al., 2021 pp. 23-29).

Los autores Suárez y Mendoza (2006) consideran al manual como un documento que integra conceptos básicos como normativas, materiales y recursos indispensables para orientar la formación y el diseño de una práctica, definiendo los métodos a emplearse, el tipo de tabulación de datos, las escalas, los equipos especializados a usar, así como también las condiciones físicas, químicas y biológicas que permitirán la ejecución de la actividad.

Para lograr un nivel de adecuada concreción de esta metodología, alemán y Mata (2006) proponen ocho elementos imprescindibles para la escritura correcta de un manual de laboratorio virtual, los cuales se explican en los siguientes renglones:

- Título de la práctica o experimento. Se expresa el nombre de la práctica o experimento, haciendo que el título sea atractivo y sugerente, guardando una relación con el problema.
- Introducción. Se explican los aspectos teóricos referentes a la práctica propuesta, por ejemplo: leyes, técnicas, métodos o antecedentes de la situación actual. El docente puede incluir advertencias sobre la experimentación estableciendo normas y prohibiciones.
- Objetivo. Los objetivos deben indicar las conductas que el estudiante debe tener durante la práctica, describiendo el resultado deseado. El objetivo debe de ser específico, medible, accesible, real y cumplir con un patrón de rendimiento y tiempo.
- Metodología. Es la descripción del proceso técnico y secuencial para el desarrollo de la actividad. El docente puede hacer uso de gráficos que establezcan claramente las interacciones y actividades que se darán durante la práctica de laboratorio.
- Recursos, materiales y equipo. Especifica todos los instrumentos didácticos, referenciales, tecnológicos e instrumentales que se usarán en la reproducción del fenómeno.
- Resultados esperados. Se presentan los datos obtenidos del experimento que servirán como una solución al problema planteado o para la identificación clara del motivo del experimento. Este apartado es quizás el más importante durante todo el manual, puesto que, aquí se identificará el grado de comprensión del estudiante.
- Conclusiones. Son los juicios de valor propuestos en función a los resultados que se lograron obtener, este ejercicio es importante dentro de



las prácticas de laboratorio ya que, permiten evidenciar el grado de interpretación del alumno y el pensamiento crítico desarrollado.

- Recomendaciones. Aquí tanto el docente como el estudiante, condensan sugerencias que nacieron durante el proceso de experimentación para ocuparlas o aplicarlas en procesos futuros.



Figura 1. Concepción metodológica para el diseño de un manual para el uso de laboratorio virtual.

La propuesta metodológica se ha estructurado en etapas, a saber:

Etapa 1. Diagnóstico del contexto educativo.

En el marco de esta propuesta, el diagnóstico del contexto educativo se realizará a través de una adaptación de la prueba estandarizada “Biology Experimental Skill Assessment” (BESA) desarrollada por (Nguyen et.al, 2021), esta herramienta evalúa las habilidades técnicas, teóricas y prácticas de los estudiantes entorno al uso del laboratorio de Biología. Para el logro del diagnóstico educativo se consideraron las 4 variables de BESA, pero además se incluyen 4 más recomendadas por (Ausay, 2019). Las variables consideradas fueron: conocimientos teóricos conceptuales, conocimientos de los procesos experimentales, habilidades experimentales, capacidad de vincular la enseñanza futura, capacidad de recopilación y análisis de datos, seguridad y ética en el laboratorio, preparación y manipulación de muestras, y el diseño y ejecución experimental. El test consiste en 12 preguntas de opción múltiple donde cada respuesta afirmativa se puntúa con 1. El resultado obtenido puede ser clasificado en cuatro niveles:

0 - 3 Reconocimiento

4 - 6 Comprensión

7- 9 Aplicación básica

9- 12 Aplicación avanzada.

El diagnóstico tiene como objetivo determinar el nivel de dominio de las competencias científicas mediante la aplicación de un cuestionario adaptado de BESA y Ausay, que evalué los resultados obtenidos sobre el desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes de la Unidad Educativa Cristo Rey en la asignatura de Biología. Este análisis se ejecutó con la finalidad de establecer cuál es el escenario actual donde se pretende introducir el uso de laboratorios virtuales, apoyados en un manual de laboratorio, que permita mejorar el rendimiento a nivel general en la asignatura.

Para alcanzar el objetivo de esta etapa se proponen las siguientes acciones:

- Se aplicará el cuestionario adaptado de BESA y AUSAY a todos los estudiantes de 10mo años de educación básica.
- Las variables seleccionadas se analizarán a través de un análisis estadístico multivariado y se hará uso del método inductivo (Hernández Sampieri, 2014) para evaluar los resultados.
- Se realizará una encuesta online a los docentes de Biología y/o Ciencias Naturales para conocer su percepción sobre el uso de laboratorio virtuales y comprender cuál es el nivel de conocimiento de estos.

Estas acciones que fueron aplicadas como prueba piloto por la autora del presente trabajo permitió corroborar que existe apenas un 13.33 % de los estudiantes que cuentan con una aplicación avanzada de las competencias científicas.

Etapa 2. Elaboración de la propuesta metodológica

Para la elaboración de la propuesta de metodología propuesta en el manual de laboratorios virtuales, se hace uso de la exégesis como instrumento facilitador de la interpretación de la información relevante en el desarrollo de prácticas experimentales. En el *Gráfico 5* se evidencia la representación gráfica de la propuesta metodológica. Es así como se proponen los siguientes pasos como estructura central del manual de laboratorio:

El primer paso consiste en establecer los objetivos que se van a lograr con la implementación del manual de prácticas de laboratorio. Estos se relacionarán al desarrollo de habilidades específicas en los estudiantes, así como al conocimiento de los parámetros esenciales de la Biología.

El siguiente paso, consiste en el desarrollo de una introducción que funcione como un hilo conductor para las prácticas de laboratorio. Con este se busca generar interés y motivación en los estudiantes para la ejecución adecuada de cada una de las prácticas.



En el tercer paso, se seleccionará un patrón de diseño para este manual. Se puede aplicar un patrón abierto, que fomente la exploración y la resolución de problemas.

Para el paso número cuatro se generará la recopilación de los materiales y recursos tanto físicos como digitales necesarias para las prácticas. Aquí se considerarán instrumentos de seguridad laboratorio, software de simulación, computadores, teclados, entre otros.

En el último paso, se determinará los tiempos y la logística necesaria para la implementación del manual. Se calculará el tiempo destinado a la introducción de la práctica, la explicación de las instrucciones y metodología, el tiempo de desarrollo del fenómeno químico o físico. Además, se considerará un tiempo para evaluar el aprendizaje de los estudiantes mediante quizzes.

Etapa 3. Aplicación de la propuesta metodológica

El Manual de Laboratorio Virtual de Biología es una propuesta diseñada para el décimo año de Educación Básica de la Unidad Educativa Cristo Rey con él se busca generar una experiencia interactiva y enriquecedora de aprendizaje. En las siguientes líneas, se puntualizan los pasos indispensables para la implementación de este:

Capacitación docente: Los docentes que dictan la materia de Biología serán capacitados mediante la socialización de la metodología propuesta, para ello se presentarán ejemplos sencillos y claros de como ejecutar una planificación anual, mensual y de la unidad para la creación e implementación de las prácticas como complemento a los conceptos teóricos. Así también, se proveerá un banco de ejercitaciones en forma de modelos que se pueden usar dentro del laboratorio virtual o servir como una base para la creación de nuevas experiencias educativas.

Creación de un equipo de trabajo: Para la implementación de la propuesta se diseñará un grupo de trabajo interno, en caso de no contar con el personal suficiente que tenga las capacidades necesarias, se buscará asesoría externa. El equipo se conformará así:

Diseñador instruccional: Persona encargada de enmarcar las actividades de acuerdo con los estándares y objetivos establecidos, es necesario que esta persona cuente con certificaciones que avalen competencias tanto en el diseño instruccional como en la Biología.

Creador y curador de contenidos: Este papel lo desempeñará el docente de Biología del décimo año, quien se posicionará como líder, puesto que cuenta con conocimiento e interacción directa con las necesidades de los estudiantes.

Coordinador tecnológico de la institución: Este rol será asumido por el docente de informática que se encargará de la gestión de las tecnologías necesarias para la implementación del laboratorio virtual y llevará a cabo la creación de contenidos mediante herramientas digitales con las que cuenta la Unidad Educativa.

Rectora o supervisora de área: Revisarán la secuencia lógica y el correcto desempeño de las actividades del laboratorio virtual.

Tutora de la clase: Será la persona que comparta la información de la gestión del manual de laboratorio virtual con los padres, desempeñándose como una unión entre el equipo de trabajo y las familias.

Selección de la plataforma a utilizar: Se hará uso de plataformas especializadas en laboratorios virtuales de Biología. Se plantea el uso de la plataforma CloudLabs para una experiencia completa de aprendizaje.

La plataforma CloudLabs en los laboratorios virtuales

Esta plataforma ofrece varias ventajas comparadas con otras plataformas existentes, puesto que, ofrece un rango amplio de experimentos, un acceso remoto y flexible lo que permite que docentes y estudiantes accedan a sus prácticas experimentales desde cualquier lugar y tiempo. Comparando esta plataforma con otras existentes como PHET o Biomodel, CloudLabs ofrece un enfoque simplificado y seguro donde el estudiante accede a prácticas en tiempo real y no únicamente a modelos tridimensionales.

Así también, esta plataforma ofrece monitoreo y retroalimentación constante lo que permite un seguimiento efectivo del proceso y la entrega de retroalimentación individualizada para cada estudiante (Duplyakin et al., 2019, pp. 1-14).

En este trabajo fue necesario elaborar un tutorial para el uso de Cloudslabs el cual juega un papel fundamental en la propuesta metodológica de laboratorios virtuales en Biología al servir como una guía práctica que facilita el uso y la navegación por la plataforma de Google Cloud. Este tutorial está diseñado para orientar a los usuarios, tanto docentes como estudiantes, en el aprovechamiento de las diversas herramientas y servicios disponibles en la nube para realizar experimentos virtuales de manera eficiente.

A través de instrucciones detalladas y ejemplos concretos, el tutorial de Cloudslabs asegura que los usuarios puedan configurar y ejecutar simulaciones, almacenar datos, y colaborar en tiempo real sin complicaciones técnicas. De esta manera, no solo reduce la curva de aprendizaje asociada con el uso de tecnologías avanzadas, sino que también empodera a los usuarios para que maximicen el potencial educativo de los laboratorios virtuales, mejorando así la calidad y efectividad del aprendizaje en Biología.



Para complementar el trabajo se diseñó un manual de laboratorio virtual, el cual resultó ser una herramienta clave en la propuesta metodológica para la enseñanza de Biología, con la finalidad de guiar a los estudiantes a través de prácticas experimentales de manera estructurada y efectiva.

Este manual contiene instrucciones detalladas para la realización de experimentos virtuales, asegurando que los estudiantes puedan replicar las condiciones y procedimientos necesarios para alcanzar los objetivos de aprendizaje establecidos. El contenido del manual está alineado con el currículo educativo, lo que garantiza que las actividades propuestas contribuyan al desarrollo de las competencias necesarias en Biología.

Además, el manual está diseñado para ser accesible y comprensible, utilizando un lenguaje claro y conciso, y está complementado con gráficos y recursos visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos.



Figura 2. Portada de manual para el uso del laboratorio virtual.

En resumen, el manual de laboratorio virtual no solo proporciona una guía técnica para la ejecución de experimentos, sino que también promueve un aprendizaje autónomo y significativo, alineado con los objetivos educativos y adaptado a las necesidades del estudiante.

ÍNDICE	
Tutorial de manejo de Cloudlabs.....	4
Práctica 1. Tipos de célula.....	6
Práctica 2. Tejidos animales	9
Práctica 3. Tejidos vegetales.....	12

Figura 3. Contenidos del manual para el uso del laboratorio virtual.

Google Cloud desempeña un papel crucial en la implementación de esta propuesta metodológica para laboratorios virtuales en Biología al ofrecer una infraestructura tecnológica robusta y escalable que facilita el acceso y la gestión de los recursos educativos. A través de Google Cloud, los laboratorios virtuales pueden aprovechar servicios de almacenamiento en la nube para alojar grandes volúmenes de datos, incluidos modelos de simulación y materiales multimedia interactivos, lo que permite a los estudiantes acceder a estos recursos desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Además, la capacidad de procesamiento en la nube posibilita la ejecución de simulaciones complejas en tiempo real, mejorando la experiencia de aprendizaje al proporcionar un entorno de práctica que se asemeja a situaciones experimentales reales. La integración con herramientas como Google Workspace también permite la colaboración entre estudiantes y docentes, fomentando un aprendizaje más interactivo y cooperativo.

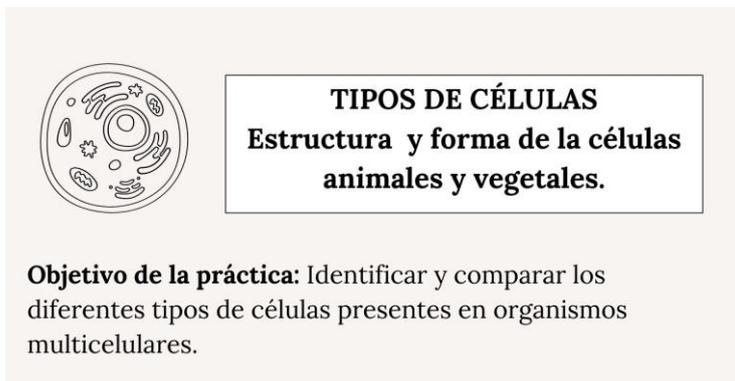


Figura 4. Presentación de la guía para la práctica No. 1.

El tutorial del manejo de CloudLabs ofrece múltiples conveniencias que facilitan tanto a docentes como a estudiantes la navegación y el aprovechamiento de esta plataforma para laboratorios virtuales en Biología, ya que proporciona instrucciones claras y detalladas sobre cómo utilizar sus diversas funciones, desde la configuración inicial hasta la realización de experimentos complejos, lo que minimiza la curva de aprendizaje.



Figura 5. Vista de la instalación de la práctica No. 1.



Además, el tutorial incluye ejemplos prácticos y escenarios de uso específicos que permiten a los usuarios familiarizarse rápidamente con la interfaz y las herramientas de la plataforma. Esta guía práctica no solo ayuda a los usuarios a maximizar el potencial educativo de CloudLabs, sino que también les proporciona la confianza necesaria para realizar experimentos de manera autónoma.



Figura 6. Presentación de la guía para la práctica No. 2.

Asimismo, el tutorial es accesible y está diseñado para ser utilizado por personas con distintos niveles de experiencia tecnológica, lo que lo convierte en una herramienta inclusiva y adaptable a diversas necesidades educativas. En conjunto, el tutorial de CloudLabs asegura que los usuarios puedan explotar al máximo las capacidades de la plataforma, garantizando una experiencia de aprendizaje fluida y efectiva.

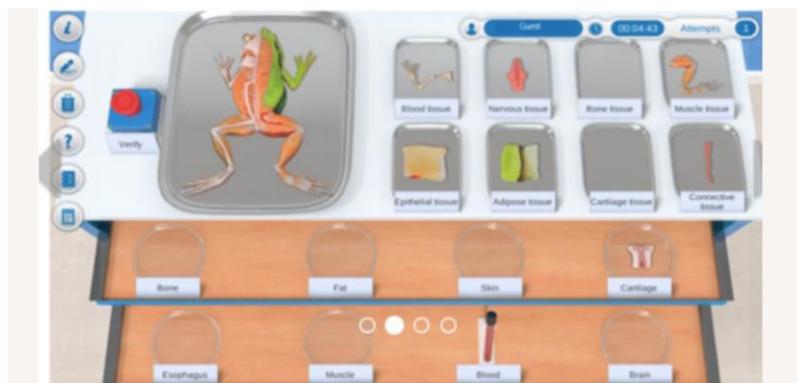


Figura 7. Vista de la instalación de la práctica No. 2.

El tutorial del manejo de CloudLabs ofrece múltiples conveniencias que facilitan tanto a docentes como a estudiantes la navegación y el aprovechamiento de esta plataforma para laboratorios virtuales en Biología. En primer lugar, el tutorial proporciona instrucciones claras y detalladas sobre cómo utilizar las diversas funciones de CloudLabs, desde la configuración inicial hasta la realización de experimentos complejos, lo que

minimiza la curva de aprendizaje y reduce la posibilidad de errores técnicos. Además, el tutorial incluye ejemplos prácticos y escenarios de uso específicos que permiten a los usuarios familiarizarse rápidamente con la interfaz y las herramientas de la plataforma.



Figura 8. Presentación de la guía para la práctica No. 3.

Esta guía práctica no solo ayuda a los usuarios a maximizar el potencial educativo de CloudLabs, sino que también les proporciona la confianza necesaria para realizar experimentos de manera autónoma. Asimismo, el tutorial es accesible y está diseñado para ser utilizado por personas con distintos niveles de experiencia tecnológica, lo que lo convierte en una herramienta inclusiva y adaptable a diversas necesidades educativas.



Figura 9. Vista de la instalación de la práctica No. 3.

En conjunto, el tutorial de CloudLabs asegura que los usuarios puedan explotar al máximo las capacidades de la plataforma, garantizando una experiencia de aprendizaje fluida y efectiva.

CONCLUSIONES

La implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza de Biología representa una propuesta metodológica innovadora que responde a la creciente demanda de integrar las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en el ámbito educativo. Al utilizar el cuestionario LORI-



AD adaptado para Biología, se destacan varias cualidades que convierten esta propuesta en una herramienta valiosa en el contexto educativo.

La calidad del contenido es esencial para asegurar que los estudiantes reciban información clara, precisa y relevante. Un manual bien elaborado, libre de errores conceptuales y que subraye los puntos clave de la Biología y las prácticas experimentales, garantiza que los estudiantes puedan entender y aplicar los conceptos de manera efectiva. La inclusión de argumentos y evidencias sólidas en los enunciados refuerza la validez del contenido, lo cual es crucial para un aprendizaje profundo.

La alineación con el diseño curricular ecuatoriano y el cumplimiento de los objetivos educativos también son aspectos clave. La propuesta metodológica debe estar en sintonía con los objetivos curriculares establecidos, asegurando que las actividades experimentales contribuyan al desarrollo de las competencias esperadas. Además, un sistema de autoevaluación integrado permite a los estudiantes seguir su progreso y ajustar su aprendizaje según sea necesario, fomentando una educación más personalizada y autónoma.

En cuanto a la motivación, el contenido de los laboratorios virtuales debe ser atractivo y relevante, utilizando representaciones basadas en hechos reales o simulaciones que despierten el interés de los estudiantes. Un diseño que capte la atención y estimule la curiosidad científica es fundamental para mantener a los estudiantes comprometidos y activos en su proceso de aprendizaje.

La implementación de esta propuesta en la Unidad Educativa Cristo Rey tiene el potencial de mejorar significativamente el rendimiento académico y el interés de los estudiantes en la Biología. Al proporcionar una plataforma que facilita el acceso a recursos educativos avanzados y fomenta la experimentación y el descubrimiento, se espera que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas y teóricas que fortalezcan su comprensión de la materia. Este enfoque también puede servir como un modelo para otras instituciones educativas que enfrentan desafíos similares, demostrando cómo la tecnología puede ser una solución eficaz para superar limitaciones y mejorar la calidad de la educación en ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, E. A. R. (2020). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayos*, 6(11), 61-66.

Akçayır, G., y Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers y Education*, 126, 334-345.

Albán, G. P. G., Arguello, A. E. V., y Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de

investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.

Alemán, J., y Mata, M. (2006). Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico-prácticas. *Universidad Autónoma Chapingo*, Subdirección De Planes y Programas De Estudio, 1-28.

Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., y Alzahrani, A. I. (2020). A flipped classroom model in higher education: a review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1017-1051.

Alvarez, A. A., & Ramos, J. F. C. (2020). Requerimientos para el diseño de la experiencia de inmersión en laboratorios virtuales. *Kepes*, 17(22), 277-299.

Area, M. (2008). Innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la Escuela*, 64, 518.

Asunción, S. (2019). Metodologías Activas: Herramientas para el empoderamiento docente. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 7(1), 65-80.

Ausay Paguay, C. C. (2016). *Desarrollo de un laboratorio virtual interactivo para la enseñanza de física para el primer año bachillerato general unificado* (Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

Avila, H. F., González, M. M., & Licea, S. M. (2020). La entrevista y la encuesta ¿métodos o técnicas de indagación empírica? *Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224- 2643*, 11(3), 62-79.

Cárdenas, Y. R., Morales, L. H., Pérez, Y. M., y Cabeza, J. C. V. (2021). Preparación del docente para la integración del laboratorio virtual con el laboratorio químico escolar. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(1), 131-145.

Cardoso, C. N. P., Mella, R. P. S., y Suárez, N. A. R. (2018). La educación virtual interactiva, el paradigma del futuro. *Atenas*, 4(44), 144-157.

Cedeño, J. A. M., Montes, L. C. Z., y Gámez, M. R. (2021). El modelo Design Thinking como estrategia pedagógica en la enseñanza-aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 1062-1074.

Crisol Moya, E., Herrera Nieves, L. B., y Montes Soldado, R. (2020). Educación virtual para todos: una revisión sistemática. *Education in the knowledge society: EKS*.

Cruz, P. M. (2021). Simbiosis entre laboratorios virtuales y presenciales en asignaturas de Biología. In *Actas del III Congreso Internacional de Innovación Docente e Investigación en Educación Superior: cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Áreas del Conocimiento. 15, 16, 17, 18, 19 y 20 de noviembre de 2021* (p. 243). Asociación Universitaria de Educación y Psicología (ASUNIVEP).

Cuello Alfaro, A., y Hidalgo Villa, J. C. (2021). *Laboratorio de Biología remoto: un desafío en la gestión de los profesores para el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico* (Doctoral dissertation, Corporación Universidad de la Costa).



Duplyakin, D., Ricci, R., Maricq, A., Wong, G., Duerig, J., Eide, E., ... & Mishra, P. (2019). The design and operation of {CloudLab}. In *2019 USENIX annual technical conference (USENIX ATC 19)* (pp. 1-14).

Estrella, P. (22 de julio de 2022). Propuesta metodológica de un sistema gamificado. *Trabajo de la Unidad de Titulación en la opción examen complejo*.

Faneite, S. F. A. (2022). La gamificación como herramienta pedagógica para el aprendizaje de la Biología. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 2(5), 249-266.

Flores, H. A., Guerrero, J. J., y Luna, L. G. (2019). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. *Hamut ay*, 6(1), 82-95.

García, O. G., Ontiveros, M. M., Molinar, R. I. H., & Urueta, G. L. G. (2021). Implementación de prácticas virtuales en laboratorios, y su impacto en la formación de los ingenieros. *ANFEI Digital*, (13).

Gatica-Saavedra, M., & Rubí-González, P. (2021). La clase magistral en el contexto del modelo educativo basado en competencias. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 321-332.

Guerrero, M. F. C., y del Campo Lafita, M. S. (2019). Aprendizaje colaborativo en el sistema de educación superior ecuatoriano. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(2), 131-140.

Hermanas Franciscanas María Inmaculada (2022). *Escuela De Educación Básica Fiscomisional Cristo Rey*. Recuperado el 22 de octubre de 2022, de <https://cristoreytulcanvirtual.com/home/>.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta edición, editorial McGraw Hill Education, 4-7.

INEVAL, (2020). Informe de resultados nacional fiscal, Examen de Grado Año lectivo 2019-2020. Quito - Ecuador.

Lemus, M., y Guevara, M. (2021). Prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la construcción y comprensión de los temas de Biología en estudiantes del recinto Emilio Prud'homme. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(2).

López García, M. (2008). Los laboratorios virtuales aplicados a la Biología en la enseñanza secundaria: una evaluación basada en el modelo CIPP.

Luengas, L. Guevara, J y Sánchez, G. (2019). *Cómo desarrollar un laboratorio virtual: Metodología de diseño*. XIV Taller Internacional De Software Educativo. Santiago: universidad de Chile, Centro de computación y comunicación para la construcción de conocimiento. Vol.5. p. 165-170. Http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/20.pdf.

Macías, G. G. G., Suarez, A. J. C., y Mayorga, J. A. C. (2021). Aplicaciones de las TIC en la educación. *RECIAMUC*, 5(2), 45-56.

Marín Quintero, M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Revista EDUCyT*, 1, 37-52. Recuperado 16 de noviembre de 2022, de

<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7553/1/3.pdf>

Martin, F., Sun, T., y Westine, C. D. (2020). A systematic review of research on online teaching and learning from 2009 to 2018. *Computers y education*, 159, 104009.

Ministerio de Educación. (2016). Evaluación plan decenal de educación 2006-2015. Quito: MINEDUC. Recuperado el 20 de noviembre del 2022, de Sitio Web de: Ministerio de Educación de Ecuador: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/PLAN-DECENAL-PROPUESTA.pdf>.

Moedano, R. Magdaleno, S., y Medellín, J. (2022). Estrategias didácticas y tecnología utilizada en la enseñanza de las ciencias. Una revisión sistemática. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 13, 1-18.

Molano, L. N., Mendoza, R. E., y Mendoza, H. H. (2019). Didáctica de la Competencia Gramatical mediada por Aprendizaje Activo en Estudiantes de una Licenciatura. *Formación universitaria*, 12(6), 167-182.

Nguyen, N. V. T., Pham, H. T., Nguyen, M. T., Nguyen, N. T. H., An, T. B., y Do, L. T. (2021). Developing experiment skills for pre-service teachers of biology in Vietnam. *EducationalSciences: Theory y Practice*, 21(3), 57-73.

Novoa, N. y Flórez, H. (2018). "Los laboratorios virtuales adaptativos y personalizados en la educación superior ", *Revista Vínculos*, vol. 8, núm. 2, pp. 36-47.

Ortiz, G. (2015). La entrevista cualitativa. *Técnicas de Investigación Cuantitativas y Cualitativas*.

Ortiz, K. N. T., Muñoz, D. C. H., y Mendoza, W. N. M. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Documentos De Trabajo ECBTI*, 1(1).

Paredes León, W. R., y Ramos Serpa, G. (2020). El aprendizaje cooperativo, educación desde la participación social en estudiantes de bachillerato. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 75-92.

Pomar, S., y Rivero, M. A. (2020). Biología virtual: Generando puentes. In *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología* (Vol. 2, No. Extraordinario, pp. 11).

Proaño, G. (6 de febrero de 2022). Propuesta metodológica de un aula virtual para desarrollar el inglés como segunda lengua en niños de inicial II. *Trabajo de la Unidad de Titulación en la opción examen complejo*.

Quiroga, L., Jaramillo, S., y Vanegas, O. (2019). Ventajas y desventajas de las TIC en la educación "Desde la primera infancia hasta la educación superior". *Revista Educación y Pensamiento*, 26(26), 77-85.

Rodríguez, D. V. (2019). Imposición de los laboratorios virtuales en la educación del siglo XXI. *Revista Eduweb*, 13(2), 119-128. Recuperado el 21 de octubre del 2022, de Sitio Web de: EDUWEB: <https://revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/41>.

Rodríguez, S. I. A. (2019). Instrumento para evaluar recursos educativos



digitales, LORI-AD. *Revista CERTUS*, 12, 56-67.

Rosero, C. (2022). *Situación actual de la enseñanza de las Biología en la Unidad Educativa CristoRey* [Comunicación personal]. Tulcán.

Rueda Beltrán, M. (2009). La evaluación del desempeño docente: consideraciones desde el enfoque por competencias. *Revista electrónica de investigación educativa*, 11(2), 1-16.

Sánchez Carracedo, F., y Barba Vargas, A. (2019). Cómo impartir una clase magistral según la neurociencia. In *XXV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática: Murcia, del 3 al 5 de julio de 2019: actas* (pp. 87-94). Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática (AENUI).

Sangoluisa, T., y Tituchina, E. (2022). *Elaboración de prácticas de laboratorio virtuales utilizando metodologías activas (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en retos) en el simulador Physics Education Technology (PheT) como un recurso didáctico para el aprendizaje de trigonometría en los estudiantes del primer semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física de la Facultad de Filosofía Letras y Ciencia de la Educación de la Universidad Central del Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

Sangucho, A. J. M., y Aillón, T. F. (2020). Gamificación como técnica didáctica en el aprendizaje de las Biología. *Innova research journal*, 5(3), 164-181.

Santiago, D. E., y Pulido-Melián, E. (2020). Prácticas de laboratorio en la formación a distancia: un caso práctico.

Serrano Ortega, L. E. (2022). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios remotos como actividad complementaria en las actividades teórico-prácticas.

Suárez, J. D. A., y Mendoza, M. A. M. (2006). Guía de elaboración de un manual de prácticas de laboratorio, taller o campo: asignaturas teórico-prácticas. *México: Universidad Autónoma Chapingo*.

Taipe, M. D. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. (Revisión). *Roca. Revista científico-educacional de la provincia Granma*, 16(1), 463-472.

Valencia Ríos, M. H. (2022). El laboratorio virtual crocodile chemistry para la enseñanza y aprendizaje de las leyes de los gases.

Varela de Moya, H. S., García González, M. C., y Correa Simón, Y. (2021). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las Biología. *Humanidades Médicas*, 21(2), 573-596.

Velásquez, S. M., Montoya, J. D. V., Adasme, M. E. G., Zapata, E. J. R., Pino, A. A., & Marín, S. L. (2019). Una revisión comparativa de la literatura acerca de metodologías tradicionales y modernas de desarrollo de software. *Revista Cintex*, 24(2), 13-23.

Velázquez, R. V., Piguave, C. C., Valdés, I. E., y Zúñiga, K. M. (2020). Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista aplicadas a la educación superior:

Manual de prácticas de laboratorio virtual para la mejora del aprendizaje experimental de la Biología

Gissel Alejandra Mejía Rosero

Metodologías de enseñanza-aprendizaje constructivista. *Revista Científica Sinapsis*, 3(18).

Vílchez-Durán, C. (2019). Metodología para la enseñanza de las Biología empleada por docentes costarricenses de las escuelas Vesta, Jabuy y Gavilán pertenecientes a la comunidad indígena Cabécar. *Revista Educación*, 43(1), 451-467.

Zevallos Chávez, M. A. (2021). Eficacia de la enseñanza demostrativa y de la clase magistral mejorada en el aprendizaje cognitivo de la instrumentación manual y mecanizada en los estudiantes del VI semestre Facultad Odontología Universidad Católica de Santa María-Arequipa-2021.

Zorrilla, E. G. (2019). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Biología desde una perspectiva psicosocial.

