



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,
Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

SIMULADORES VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGÍA PARA LA FORMACIÓN DOCENTE

**VIRTUAL SIMULATORS IN THE TEACHING OF
MICROBIOLOGY FOR TEACHER TRAINING**

Laura Esther Rojas Martínez

Universidad Popular del Cesar, Colombia

Alex Abib Troya Toloza

Universidad Popular del Cesar, Colombia

Jhainys Jhiseth Oñate Murgas

Institución Educativa José María Torti Soriano, Colombia

Simuladores Virtuales en la Enseñanza de la Microbiología para la Formación Docente

Laura Esther Rojas Martínez ¹

laurarojas@unicesar.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-1869-0583>

Universidad Popular del Cesar
Colombia

Alex Abib Troya Toloza

alextroya@unicesar.edu.co

<https://orcid.org/0009-0005-5480-6901>

Universidad Popular del Cesar
Colombia

Jhainys Jhiseth Oñate Murgas

docentejhainys@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5206-6974>

Institución Educativa José María Torti Soriano
Colombia

RESUMEN

Este artículo analiza la efectividad de las simulaciones virtuales interactivas como herramienta pedagógica en la enseñanza de microbiología para estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la universidad Popular del Cesar. La metodología se implementó a través de un enfoque cuantitativo, comparando un grupo experimental con un grupo de control. Los resultados mostraron una correlación positiva entre el uso de simulaciones virtuales y el aprendizaje efectivo, evidenciado por diferencias altamente significativas en pruebas previas y posteriores. Las simulaciones favorecieron la formación docente al permitir la asimilación de identidad, conocimientos y habilidades necesarias para situaciones reales. Se concluyó que la inclusión de simulaciones virtuales mejora las competencias científicas y potencia la enseñanza de procedimientos experimentales microbiológicos.

Palabras clave: enseñanza superior, enseñanza de las ciencias, enseñanza multimedia, método de enseñanza

¹Autor principal

Correspondencia: laurarojas@unicesar.edu.co

Virtual Simulators in the Teaching of Microbiology for Teacher Training

ABSTRACT

This article analyzes the effectiveness of interactive virtual simulations as a pedagogical tool in microbiology teaching for undergraduate students in natural sciences and environmental education at the Popular University of Cesar. The methodology was implemented through a quantitative approach, comparing an experimental group with a control group. The results showed a positive correlation between the use of virtual simulations and effective learning, evidenced by highly significant differences in pre- and post-tests. Simulations favored teacher training by allowing the assimilation of identity, knowledge, and skills necessary for real-life situations. It was concluded that the inclusion of virtual simulations improves scientific competencies and enhances the teaching of microbiological experimental procedures.

Keywords: higher education, science teaching, multimedia teaching, teaching method

Artículo recibido 04 Agosto 2025

Aceptado para publicación: 29 Agosto 2025



INTRODUCCIÓN

En el año 2020, la pandemia dejó en evidencia una realidad para la cual gran parte de la comunidad educativa no estaba preparada. Durante esta situación de confinamiento se desencadenaron procesos de enseñanza y aprendizaje como nuevos retos académicos, especialmente en lo que se refiere a estrategias capaces de fortalecer competencias orientadas a fomentar la autonomía del estudiante.

La necesidad de aislamiento obligó a los sistemas educativos a nivel mundial adaptarse a un nuevo modo de vida que dé lugar a la creación de nuevos escenarios donde se prioriza la implementación de tecnologías emergentes, reconfigurando así los espacios físicos para darle cabida a los entornos virtuales.

Existen saberes disciplinares cuyo valor agregado son las prácticas, donde el estudiante adquiere la competencia para aplicación de los conocimientos teóricos, pero bajo la premisa del confinamiento, el desarrollo de estas prácticas se convirtió en un reto en la virtualidad. Los docentes del área de Ciencias Naturales se vieron obligados a tener que adaptar rápidamente su actividad pedagógica a entornos virtuales con ayuda de las TIC (simuladores, videos, documentales online, entre otros.) cuyo objetivo era ayudar a garantizar el aprendizaje en la situación imprevisible, pero también, como una alternativa viable en entornos rurales o aislados, que carecen de la infraestructura de un laboratorio y los recursos para implementar diseños experimentales biológicos.

Uno de los objetivos principales de los simuladores en educación es el apoyo a docentes en la transferencia de conocimiento. Bender y Fish (2000) destacan una jerarquía de conocimiento cuando abordan la transferencia, y definen los niveles en que se da la apropiación del conocimiento a través de estas herramientas.

Un simulador de prácticas de microbiología permitiría al estudiante aprender de manera práctica, a través del descubrimiento y la construcción de situaciones hipotéticas en un laboratorio virtual, dotado de todos los equipos, y elementos fungibles que aún en un laboratorio físico en diversos campos educativos no es posible adquirir por los costos y la falta de infraestructura apta para este tipo de prácticas. Un simulador, tiene la propiedad de permitirle al estudiante desarrollar su destreza mental a través de su uso y ubicarlo en situaciones que pueden ser usadas de manera práctica en la realidad.



La situación actual demanda el conocimiento de múltiples herramientas tecnológicas y metodologías diseñadas para entornos digitales que garanticen una enseñanza adecuada. Por lo tanto, uno de los compromisos de las instituciones de educación superior y de los docentes que orientan la formación de profesores, es la actualización continua y el desarrollo de habilidades tecnológicas que faciliten el proceso educativo.

Ahora bien, LABSTER es una plataforma en línea de educación científica que ofrece simulaciones de laboratorios virtuales en distintas áreas de conocimiento para las universidades y escuelas de educación básica y media. Las simulaciones están creadas para que los estudiantes aprendan en un laboratorio virtual mientras resuelven problemas de la vida real. Cada simulación aplica un cuestionario donde evalúa el conocimiento del estudiante y sustenta un método de aprendizaje profundo basado en el método científico.

Los estudiantes practican sus habilidades de laboratorio en un contexto virtual seguro donde pueden cometer errores con seguridad y aprender a su propio ritmo. Las simulaciones de nivel básico son excelentes como actividad de autoaprendizaje para que los estudiantes repasen conceptos claves para la práctica. Las simulaciones de alto nivel están diseñadas para desarrollar el contenido de la asignatura, refuerzan conceptos y brindan a los estudiantes una herramienta innovadora para profundizar en su proceso aprendizaje.

Es así como, el propósito del presente estudio es ofrecer al estudiante de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental la oportunidad de aplicar y comprender los simuladores como parte de su proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la microbiología, convirtiéndolos en aliados para promover y/o crear entornos de aprendizaje propicios para el intercambio de conocimientos y resolución de problemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada en el desarrollo del proyecto se clasifica en cuatro momentos, los cuales se presentan en la tabla 1:



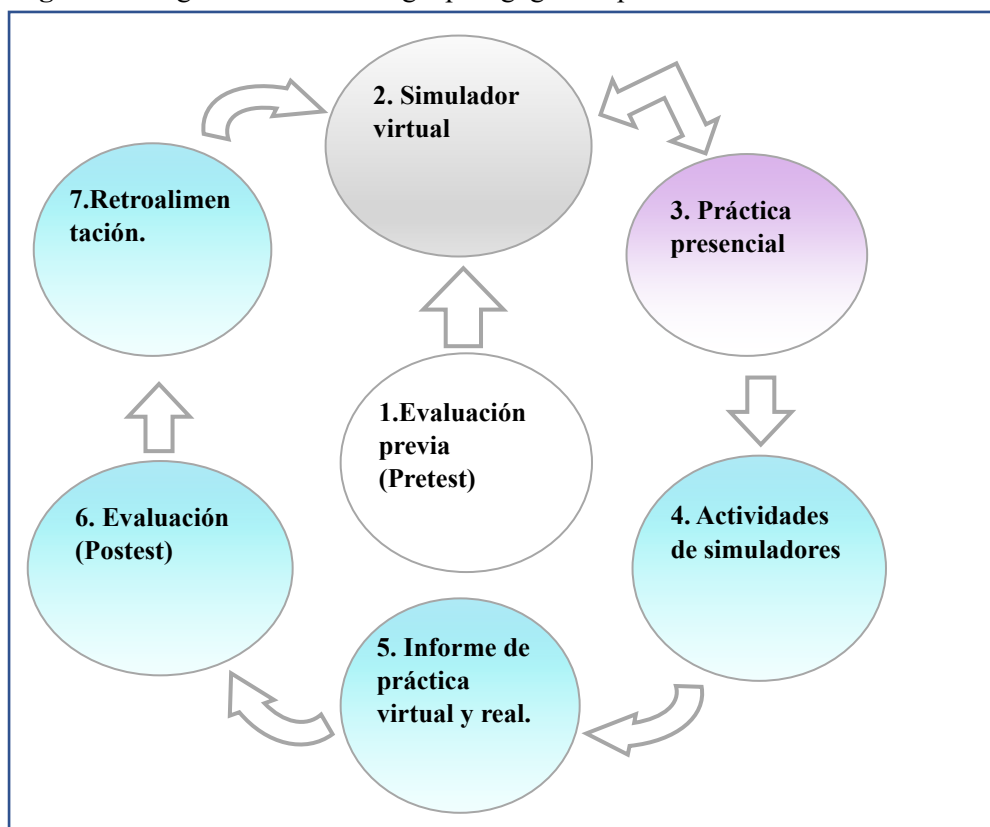
Tabla 1. Proceso metodológico de la investigación.

Momentos	Actividades
Momento de exploración: se indaga acerca de los simuladores virtuales educativos en el entorno digital que presentarán elementos claves para el proceso de aprendizaje; Calidad del contenido, motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad y valor educativo.	*Selección del simulador virtual LABSTER por cumplir con los criterios adecuados para el proceso de aprendizaje de conocimientos prácticos de microbiología. *Capacitación del docente en el manejo de la plataforma e interfaz del simulador. *Acceso y disposición de las guías metodológicas de las prácticas virtuales a implementar con los simuladores. *Realización de prueba piloto a cuestionarios, Validación por pares docentes de microbiología, aplicación de índice de fiabilidad Cronbach y ajustes de estos según los resultados a cuestionarios dicotómicos.
Momento de Estructuración: Se realizó la conceptualización, enseñanza explícita y modelación en relación con el objetivo del aprendizaje teórico. Se diseñó la estrategia pedagógica para la implementación de los simuladores. Se llevó a cabo la validación de la comprensión del aprendizaje en los estudiantes y se definió la secuencia de actividades a desarrollar teniendo en cuenta los tiempos, la organización de los estudiantes, las competencias y los resultados de aprendizajes.	*El diseño de la investigación corresponde a una acción participativa y colaborativa. *El diseño experimental comprendió una población de estudiantes de Licenciatura en Ciencias cuyo requisito de inclusión fue que estuvieran matriculados oficialmente en la asignatura de microbiología. Un grupo se denominó experimental y se les implementó el uso de los simuladores, además de la práctica presencia/real de laboratorio y comprendió un número de 25 y el otro grupo de estudiantes se le denominó control, quienes desarrollaron las prácticas presenciales de laboratorios, pero no implementaron los simuladores y el número fue de 25. En total participaron 50. *Se definió la estrategia pedagógica para el aprendizaje de conocimientos en el saber hacer virtual de prácticas de laboratorio de microbiología. Ver figura 1 *Capacitación a los estudiantes del grupo experimental por parte de los docentes a cargo. *Se habilitó la plataforma digital Moodle para que el grupo experimental accediera a los simuladores virtuales. *Diseño de preguntas para el pretest y posttest para cada práctica de laboratorio.

Momento de práctica/Ejecución: Desarrollo de actividades prácticas en el simulador virtual y el laboratorio físico de acuerdo a los enfoques de aprendizaje establecidos. En cada práctica de laboratorio del simulador se relaciona el objetivo de aprendizaje con el contexto en el que se desarrolló la situación problema a resolver.	* Aplicación de la estrategia pedagógica. * Se administró el pretest antes de las prácticas de laboratorio, a través de plataforma digital google forms y también en físico según el caso. *Introducción de la práctica virtual correspondiente a través del simulador en clase presencial. *Ejercitación del estudiante de forma independiente con el simulador. * Apoyo permanente a través de WhatsApp grupal para resolver inquietudes. *Seguimiento del docente a cada uno de los estudiantes del grupo experimental en el desarrollo de desempeño por cada simulador ejecutado a través del tablero para docentes que el interfaz del simulador posee. * La simulación tuvo dos grandes usos en el proceso educativo: A. Durante la enseñanza-aprendizaje teórico práctico B. En la evaluación.
Momento de valoración: Evaluación formativa Se realizaron pruebas diagnósticas (pretest) con opciones de respuestas cerradas tipo dicotómicas antes del desarrollo de las prácticas virtuales/reales. Se aplicaron después de las clases magistrales teóricas y conceptualización, según la unidad temática, con el objeto de validar los saberes específicos de las prácticas a desarrollar. Los criterios a tener en cuenta fueron; el dominio cognitivo, comprensión y razonamiento lógico, reconocer los saberes comprendidos frente a la temática a abordar y/o la actividad a realizar a través de los cuestionarios. Esto permitió tener un acercamiento de los conocimientos y la comprensión de los estudiantes frente al aprendizaje y/o la actividad a realizar, brindando pautas para desarrollar la actividad y facilitar la comprensión y el logro del aprendizaje propuesto. Los cuestionarios (postest) se llevaron a cabo después de la implementación de las prácticas virtuales/reales, emulando las prácticas virtuales y/o reales realizadas, con preguntas tipos problemas y respuestas cerradas dicotómicas.	Los estudiantes del grupo experimental realizaban evaluaciones de manera constante durante el desarrollo del simulador y los resultados podrían ser visibles de manera individual por el docente a través de un tablero de interfaz que presenta el simulador. Los estudiantes presentaron informes de laboratorios de las diferentes prácticas realizadas. Los estudiantes del grupo experimental debían hacer una comparación de métodos y resultados de las prácticas virtuales versus las reales y discutir las ventajas y desventajas de las mismas en los diferentes contextos en que se llevaron a cabo y luego concluir sobre estas. Los resultados de los pretest y postest Se analizaron cuantitativamente en los grupos; experimental y control en el software IBM SPSS 27. Se realizó comparación estadística de los valores obtenidos en estos cuestionarios y se validaron a través de la prueba t de student. Con un índice de confiabilidad del 95%.

Fuente: Tomado/Adaptado de [plan de área y evaluación formativa], por A. Autor 2022 [MINEDUCACIÓN, 2012].
Tipo de derechos [dominio público].

Figura 1. Diagrama de la Estrategia pedagógica implementada en el estudio.



Nota: Elaboración propia (2022). El diagrama representa la estructura de la estrategia pedagógica implementada en el estudio. Integra evaluaciones diagnósticas (pretest) para identificar conocimientos previos, seguidas por el uso de simuladores interactivos que permiten la inmersión en escenarios experimentales controlados. Las actividades prácticas en entornos presenciales y virtuales se complementan con la elaboración de informes críticos que sintetizan la experiencia dual, facilitando la metacognición. La evaluación final (postest) y la retroalimentación personalizada consolidan el ciclo de enseñanza-aprendizaje, promoviendo la transferencia de conocimientos hacia contextos aplicados.

Estrategia Pedagógica Implementada.

Componente 1: Evaluación Previa.

Después de llevarse a cabo la introducción y desarrollo de contenido de la unidad temática respectiva por parte del docente. Se implementó una prueba diagnóstica inicial (pretest), previo al desarrollo de la práctica de laboratorio. Dicha prueba evaluaba conceptos y temas clave discutidos en la teoría y relacionados con la práctica de laboratorio a realizar según la unidad temática respectiva.

Los resultados obtenidos del pretest permitieron identificar fortalezas y debilidades en ambos grupos de estudiantes, lo que amerita realizar actividades de profundización de términos y conceptos importantes para el logro de competencias en las prácticas reales, sobre todo en el grupo control.

Mientras, los estudiantes del grupo experimental recibían instrucciones y apoyo personalizado por la plataforma de la simulación virtual de acuerdo a sus resultados en las pruebas interactivas específicas en las simulaciones virtuales. Esta herramienta en la simulación fomentaba el aprendizaje autónomo y autorregulado del estudiante permitiéndole concientizarse de su proceso de aprendizaje.

Componente 2: Simulador Virtual

Esta fase es concomitante con el componente 3. En la figura 1, del diagrama, la flecha bidireccional simboliza el paralelismo entre la experiencia real y el entorno virtual. Los simuladores virtuales aplicados en el grupo experimental ofrecían una profundización de la práctica real, una oportunidad para que los estudiantes participaran en situaciones simuladas de laboratorio, lo que les permitía enfrentar desafíos y resolver problemas similares a los del mundo real.

En este punto, los estudiantes interactúan en diversas actividades de aprendizaje dentro del simulador virtual. Estas actividades estimulaban las habilidades argumentativas, el compromiso ético y fomentaban el descubrimiento y la resolución de problemas. Los estudiantes del grupo experimental en el simulador, realizaban procedimientos y a partir de los resultados analizaron datos y plantean conclusiones de la práctica, lo que les permitió desarrollar una comprensión profunda de conceptos microbiológicos complejos.

Componente 3: Experiencia Real

En el marco de este componente, se materializa la fase esencial del proceso de aprendizaje representado por la ejecución de las experiencias prácticas en el laboratorio físico de microbiología. En esta etapa, tanto los estudiantes del grupo experimental como los del grupo de control se involucran en experiencias de laboratorio concretas. Dichas prácticas no solo les brindaron la oportunidad de aplicar directamente los conceptos aprendidos en un contexto real, sino que también les permitió un análisis profundo de muestras y observaciones de microorganismos, favoreciendo así a una aprehensión más holística de los contenidos.

Durante esta etapa, se fomentó una interacción directa de los estudiantes con su entorno experimental. A través de trabajo en equipo y discusiones reflexivas, los estudiantes tuvieron la posibilidad de confrontar sus ideas, compartir perspectivas y debatir sus hallazgos. Esta interacción promovió el



desarrollo de habilidades sociales y de comunicación efectiva, y también desempeñó un papel fundamental en la construcción colectiva del conocimiento.

Componente 4: Actividades de Simuladores Virtuales.

Cada simulación implementada en el proceso pedagógico se caracterizó por una serie de actividades de preparación previa al desarrollo de la experiencia virtual. Esta etapa preliminar tenía como objeto contextualizar y revisar exhaustivamente la temática que sería abordada durante la simulación.

Además, durante la ejecución misma de la técnica o método simulado, se incorporaban actividades adicionales que fomentaban la interactividad y el compromiso activo de los estudiantes. Estas actividades intermedias les permitían a los estudiantes aplicar conceptos teóricos en un entorno práctico, fortaleciendo así su comprensión y retención del contenido, convirtiendo el aprendizaje en una experiencia bidireccional y dinámica. Un aspecto relevante de este diseño radica en la posibilidad del docente de monitorizar el progreso individual de cada estudiante a través de la interfaz proporcionada por la plataforma de simulación identificando sus fortalezas, así como las áreas en las que requerían mayor atención y mejora.

Componente 5: Elaboración de Informe de Práctica Real y Virtual.

Una vez que los estudiantes participaban en la experiencia de la práctica de laboratorio real, elaboraban informes científicos. En el caso del grupo experimental, sus informes integraban los aprendizajes de ambas experiencias; la actividad física y la del simulador virtual. Al escribir el informe, los estudiantes construyeron conexiones significativas y profundas entre la teoría y la práctica, pero además la simulación conectaba el conocimiento en un contexto más aproximado a la realidad, el estudiante podía visualizar la aplicación de los conceptos en el contexto de estudio de caso no solo clínico sino ambiental, que en la realidad requiere de periodos de tiempo extensos, equipos e infraestructura difícil de emular en la institución académica. Esta actividad promovió la reflexión sobre el conocimiento adquirido y la integración de conceptos microbiológicos a casos reales.

Componente 6: Evaluación (Postest).

En este paso, se evaluó el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes después de su participación en la experiencia real y en las actividades de simulación. La evaluación se llevó a cabo en forma de exámenes, cuestionarios u otras actividades de evaluación formativa y sumativa.



Desde una perspectiva constructivista, la evaluación se consideró una parte integral del proceso de aprendizaje, ya que proporcionó retroalimentación a los estudiantes y a los docentes sobre el progreso y la comprensión de los conceptos microbiológicos.

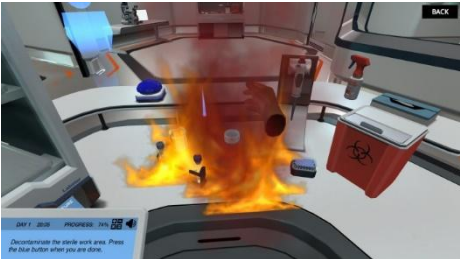
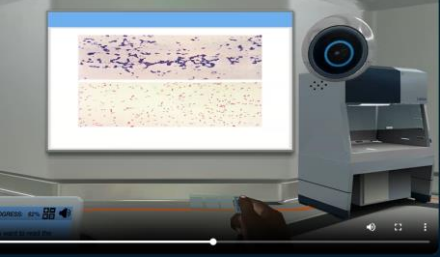
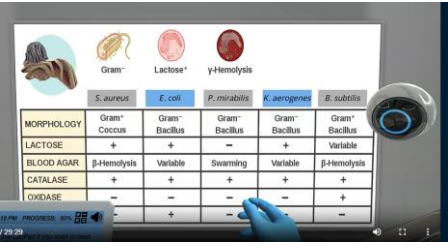
Componente 7: Retroalimentación.

Finalmente, la retroalimentación es un elemento crucial en el enfoque constructivista de la estrategia de enseñanza y aprendizaje para la experimentación en el área microbiológica. Aquí, los estudiantes recibieron comentarios sobre su desempeño en el informe y en la evaluación. Esta retroalimentación ayudó a los estudiantes a mejorar su comprensión, identificar áreas de mejora y fortalecer sus habilidades en microbiología. Los docentes también utilizaron esta retroalimentación para ajustar y mejorar la estrategia pedagógica, optimizando así el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En resumen, la estrategia pedagógica de utilizar simuladores virtuales en prácticas de laboratorio de microbiología para licenciados en ciencias, basada en el modelo constructivista, tenía como objetivo fomentar en los estudiantes autonomía en la construcción activa de su conocimiento a través de la interacción con experiencias reales y simuladas. Los estudiantes participaron en actividades significativas que estimulaban el pensamiento crítico, las habilidades argumentativas, el compromiso ético y la resolución de problemas, lo que les ayudó a desarrollar una comprensión profunda y significativa de los conceptos microbiológicos. La evaluación y retroalimentación continua garantizaron un aprendizaje efectivo y permitió realizar ajustes para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Tabla 2. Descripción de las simulaciones virtuales de laboratorios de microbiología implementadas.

Título de la simulación	Resumen	Objetivos de aprendizaje	Imagen
Bioseguridad	Se presenta un caso hipotético donde se identifica un potencial agente bioterrorista clasificado como microorganismo de riesgo de nivel 3. Se experimenta en un laboratorio de investigación con un nivel de contención III.	-Comprender cómo se construye un laboratorio de contención de nivel III, las normas de seguridad básicas de un laboratorio de bioseguridad nivel III -Manejar microorganismos en un laboratorio de bioseguridad de contención de nivel III.	 Fuente: tomado de labster.com https://www.labster.com/simulations?_sft_packages=microbiology

Técnica aséptica: Cultiva tu muestra sin contaminarla	La práctica es a través de un estudio de caso. Aprende sobre la técnica aséptica, preparación del área de trabajo estéril, cultivar y limpiar utilizando equipo y reactivos estériles, finalmente, analiza los resultados.	-Entender los principios de la técnica aséptica para evitar contaminación - - Determinar posibles fuentes de contaminación microbiana. - Evaluar si una muestra está contaminada.	 Fuente: tomado de labster.com https://www.labster.com/simulations?_sft_packages=microbiology
La tinción de Gram: Identifica y diferencia las bacterias	En esta simulación, hay un estudio de caso; identificar bacterias en una muestra de líquido cefalorraquídeo de un paciente a través de la tinción Gram	-Describir la estructura de las bacterias Gram positivas y Gram negativas. -Entender los aspectos teóricos y técnicos del procedimiento de tinción de Gram.	 Fuente: tomado de labster.com https://www.labster.com/simulations?_sft_packages=microbiology
Identificación de una bacteria desconocida	Identificar una bacteria extraterrestre desconocida, usando diferentes medios diferenciales y pruebas bioquímicas.	- Explicar la importancia de identificar correctamente las bacterias. - Resaltar los principios de métodos de identificación de bacterias.	 Fuente: tomado de labster.com https://www.labster.com/simulations?_sft_packages=microbiology
Aislamiento bacteriano.	Se investiga una peligrosa cepa de bacterias, resistente a los antibióticos comunes. Debe identificar qué cepas son las resistentes a la ampicilina aislando cada colonia mediante el método de siembra por estría.	- Comprender la importancia del crecimiento bacteriano en la investigación de microorganismos. - Comprender el concepto de colonia individual. -Usar materiales concretos para aislar bacterias.	 Fuente: tomado de labster.com https://www.labster.com/simulations?_sft_packages=microbiology

Fuente: Elaboración propia, 2022.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la valoración de las pruebas pretest y posttest realizadas a los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental que participaron en el estudio y clasificados en dos grupos previamente descritos.

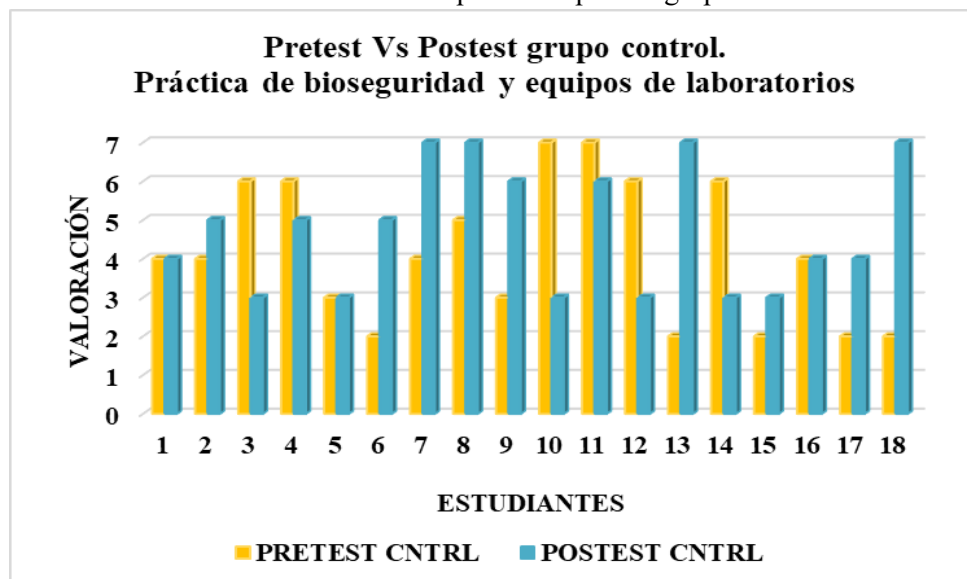
Práctica 1. Bioseguridad en el Laboratorio de Microbiología.

Tener conocimientos previos y una idea clara de los procesos y actividades a realizar en el laboratorio de microbiología es esencial para garantizar una experiencia positiva y segura. Los estudiantes deben poseer un conocimiento teórico profundo y comprender los conceptos fundamentales de la microbiología, así como estar familiarizados con las normas de seguridad y los procedimientos de laboratorio. Esta preparación anticipada proporciona una base sólida para el aprendizaje efectivo, fomenta la seguridad en el contexto del laboratorio y contribuye al logro de las competencias propuestas en la práctica de microbiología. La práctica de bioseguridad y técnicas de esterilización es la primera en desarrollarse en la asignatura de microbiología para la Licenciatura en Ciencias Naturales. La gráfica 1 evidencia que los estudiantes del grupo control no alcanzaron a desarrollar en su totalidad las competencias y los resultados de aprendizajes planteados para la temática planteada.

Un elemento clave en la estrategia de enseñanza de microbiología es la entrega previa al laboratorio de las guías de la práctica a los estudiantes; conocer los objetivos de la práctica, los métodos y las técnicas que se utilizarán, permite al estudiante anticipar y organizar los recursos y materiales necesarios, esto incluye la revisión de protocolos, la familiarización con los instrumentos y equipos que se utilizarán. Esta preparación previa no solo optimiza el tiempo en el laboratorio, sino que también facilita el seguimiento de las instrucciones y la obtención de resultados precisos, sin embargo, el comportamiento de algunos estudiantes es hacer esta lectura y preparación en el momento de llevar a cabo la actividad, lo que dificulta el aprovechamiento del tiempo y resultados postergados o incompletos.



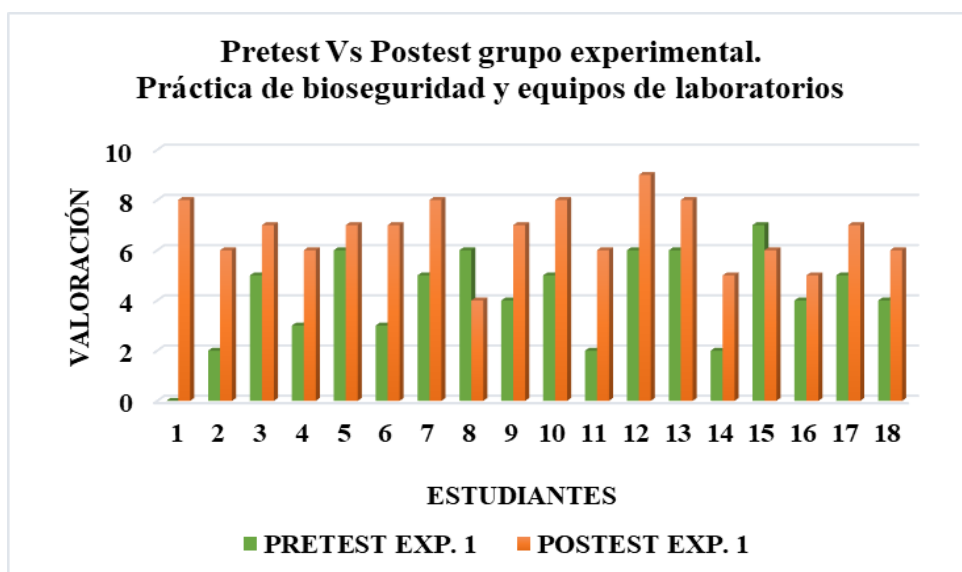
Gráfica 1: Relación de los resultados pretest vs posttest grupo control.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t determinó que los resultados obtenidos en el pretest vs posttest del grupo control, no presentan diferencia significativa ($P > 0,05$).

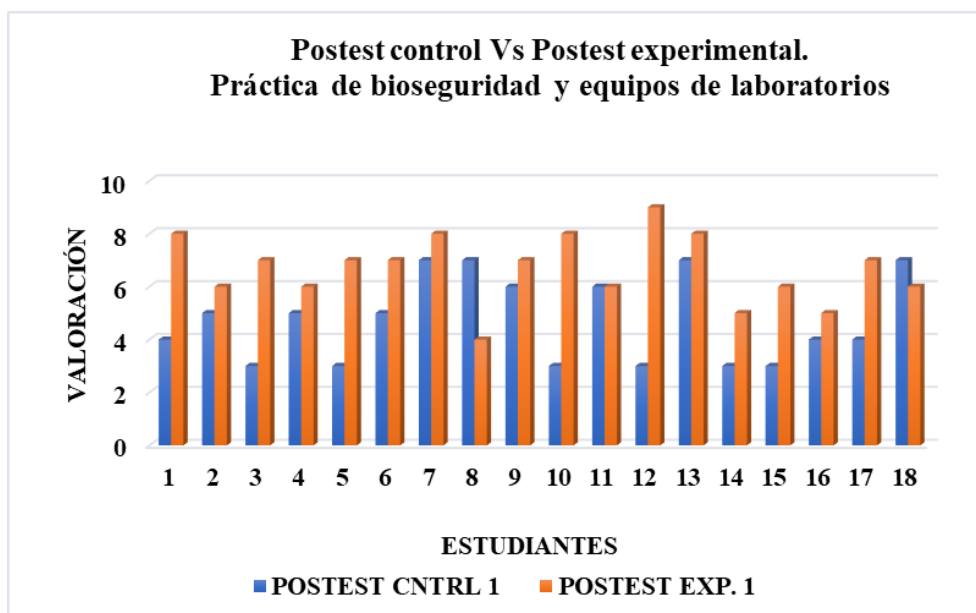
En la gráfica 2, los estudiantes pertenecientes al grupo experimental obtuvieron mejores resultados en las pruebas realizadas. Esto se confirma en la gráfica 3, al comparar los resultados de los posttest entre los dos grupos. Este resultado positivo puede deberse a la estrategia pedagógica implementada al grupo experimental donde se planteó aplicar las simulaciones previamente al desarrollo de las prácticas físicas lo que garantizaba que el estudiante aun si decidía no leer las guías previas de la práctica, la simulación le brindaba la oportunidad de familiarizarse con las técnicas, equipos, normas de bioseguridad e incluso practicar acciones de protocolo adecuada ante un percance o incidente espontaneo programado por la simulación para entrenar al estudiante a una respuesta inmediata ante un hecho de riesgo o accidente en laboratorio de una manera controlada y sin afectación de la salud del estudiante o daño material al laboratorio, además la simulación virtual previa a la práctica física alimenta la curiosidad del estudiante por replicar en la práctica real lo que aprendió en la simulación. Jorda (2012) afirmó que el uso de estos laboratorios virtuales en educación mejora el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

Grafica 2: Relación de los resultados de pretest y posttest del grupo experimental.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t mostró que los resultados del pretest y posttest del grupo experimental son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Gráfica 3: Relación de los resultados posttest control vs posttest experimental.



Nota: Elaboración propia (2023) La prueba t mostró que los resultados de la prueba posttest del grupo control vs experimental, son significativamente diferentes ($P < 0,05$). Es notable los niveles altos de competencia alcanzados por el grupo experimental en relación con el grupo control.

El grupo experimental demostró el desarrollo de las siguientes competencias de la asignatura de microbiología; aplican las normas de prevención y procedimientos adecuado en el uso, manejo de elementos propios microbiológicos y reconoce equipos instrumentos y su funcionalidad en la práctica de microbiología.

Estos logros son similares a los obtenidos por Reyes, A., Reyes, M., Pérez, M. (2016) en su estudio, al implementar con sus estudiantes simulaciones de fenómenos experimentales donde debían generar datos, experimentar con dosis crecientes de un elemento estimulante, graficar los resultados, y describir el efecto de los agonistas, entre otras. Cada una de las simulaciones virtuales fueron desarrolladas con éxito por el 92.3 – 100-% de los alumnos.

En esta práctica de bioseguridad realizada por los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales, tanto la física como la virtual; los estudiantes reconocieron las características de un laboratorio de investigación microbiológica y diferenciaron la funcionalidad y el manejo adecuado de los equipos del laboratorio, aprendieron a familiarizarse con los protocolos básicos utilizados para garantizar la seguridad en un laboratorio de microbiología, sin embargo, en la simulación, los estudiantes del grupo experimental tuvieron la oportunidad de experimentar en un laboratorio de investigación con un nivel de contención III y actuar en un caso hipotético de manejo de un microorganismo clasificado potencialmente de alto riesgo. Se trata de ir más allá de la conectividad, promover entornos favorables, minimizar amenazas y riesgos, y maximizar los resultados positivos. (Gumucio-Dagron, 2011)

Con el fin de validar el aprendizaje durante la práctica virtual, la simulación virtual evalúa a los estudiantes durante su desarrollo, de acuerdo al momento o fase del procedimiento. Por ejemplo, desde el uso impoluto del equipo de protección personal; bata, tapaboca, gorro, entre otros, impidiendo que el avatar avance o desarrolle el siguiente paso del protocolo hasta que el personaje no esté apto para desarrollar el procedimiento de manera segura y correcta, permitiendo así que los estudiantes puedan reflexionar y comprender la situación, con el objetivo de dar solución justificada a la situación problema que se les proporciona. Estas ventajas no fueron factibles de aplicar en el laboratorio físico, al estar limitado con el tiempo disponible para realizar la actividad y la no accesibilidad a los recursos necesarios para llevar a cabo el procedimiento, hecho que se refleja en los resultados de la prueba del grupo control.

Es de anotar que todas las prácticas; las virtuales como las físicas, se realizaron en un contexto grupal o trabajo colaborativo, se delegaron roles y compromisos a cada uno de sus integrantes para la realización de los informes de las prácticas, asimismo el simulador les proporciona un abanico de conocimientos actualizado y actividades para que los estudiantes respondan asertivamente y



responsablemente a los problemas diseñado por el simulador. Lo anterior les permitió a los estudiantes implementar estas competencias cuando desarrollaban sus prácticas pedagógicas y su quehacer docente. En este sentido Veloza, R., Hernández, C. (2018). Afirma que lo relevante será el desarrollo de procesos formativos dirigidos a que cualquier sujeto aprenda a aprender (es decir, adquiriera las habilidades para el aprendizaje autónomo a lo largo de su vida); sepa enfrentarse a la información (buscar, seleccionar, elaborar y difundir aquella información necesaria y útil); se cualifique laboralmente para el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación y tome conciencia de las implicaciones económicas, ideológicas, políticas y culturales de la tecnología.

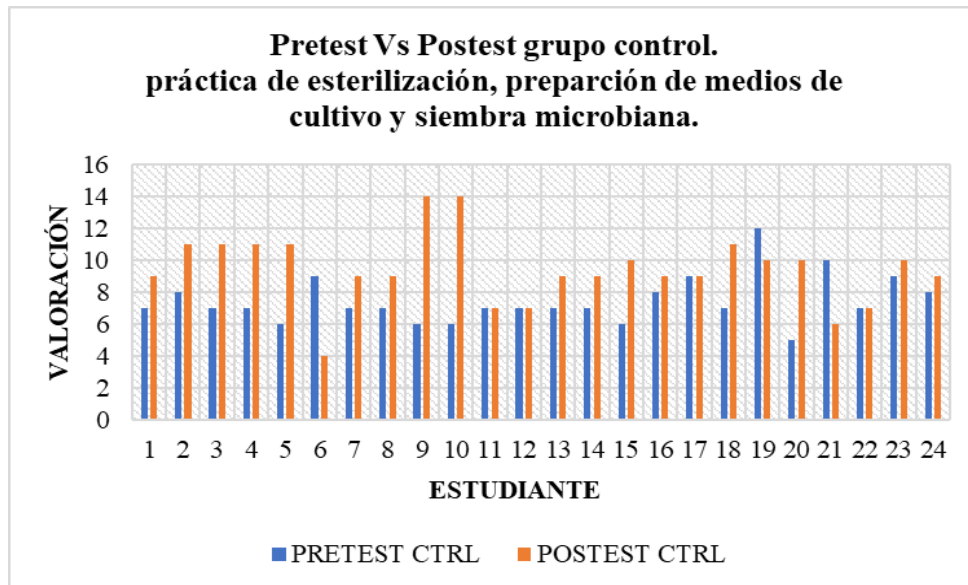
Práctica 2 y 3: Esterilización, Preparación de Medios de Cultivo y Tipos de Siembras.

En el desarrollo de esta práctica de laboratorio el nivel de complejidad de competencias avanza progresivamente. Los estudiantes deben crear y mantener un área de trabajo estéril y comprender los principios de la técnica aséptica para evitar la contaminación de medios de cultivo. Además, deben aplicar métodos de siembra que les permita aislar cepas bacterianas con éxito. En la gráfica 4 los estudiantes del grupo control tuvieron dificultad para desarrollar dichas habilidades, en cambio el grupo experimental, los superó como se observa en la gráfica 5 y 6.

La enseñanza de microbiología suele enfrentar desafíos en el proceso de enseñanza aprendizaje, al estudiar fenómenos biológicos en organismos invisibles a simple vista para los estudiantes. Además, se suma la dificultad de comprender una amplia gama de términos complejos necesarios para abordar los diversos temas del programa de estudio. Autores como Lestari y Putri (2020), realizaron una investigación cuyo objetivo fue determinar las causas de las dificultades de aprendizaje en los estudiantes de biología en la asignatura de microbiología. Una de las causas que arrojó el estudio fue; que el objeto de aprendizaje era microscópico y que no se podía visualizar sin el microscopio. Otra fue, la falta de habilidad de los estudiantes para usar referencias en idiomas extranjeros ya sea libros o revistas científicas y menciona otros elementos relacionados con factores internos al programa de estudio.

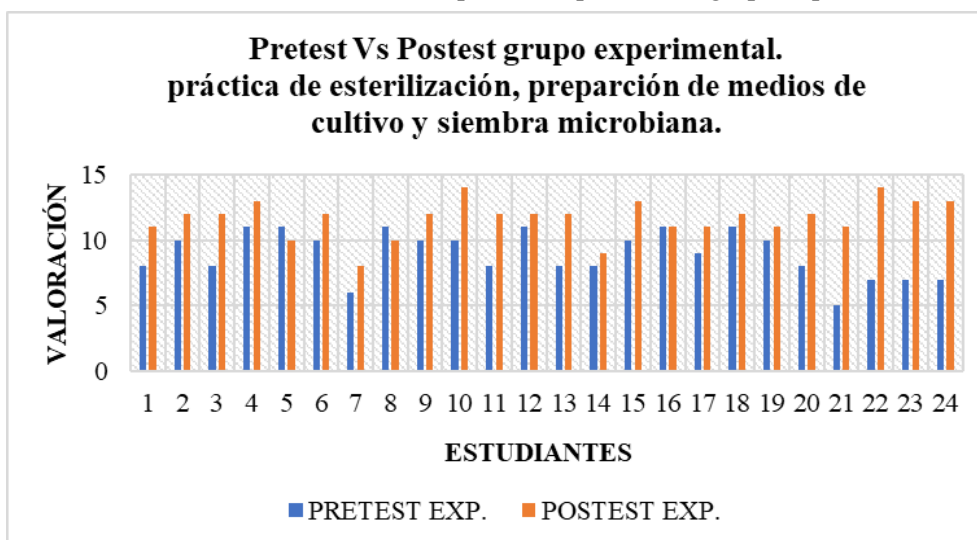


Gráfica 4: Relación de los resultados pretest vs posttest grupo control.



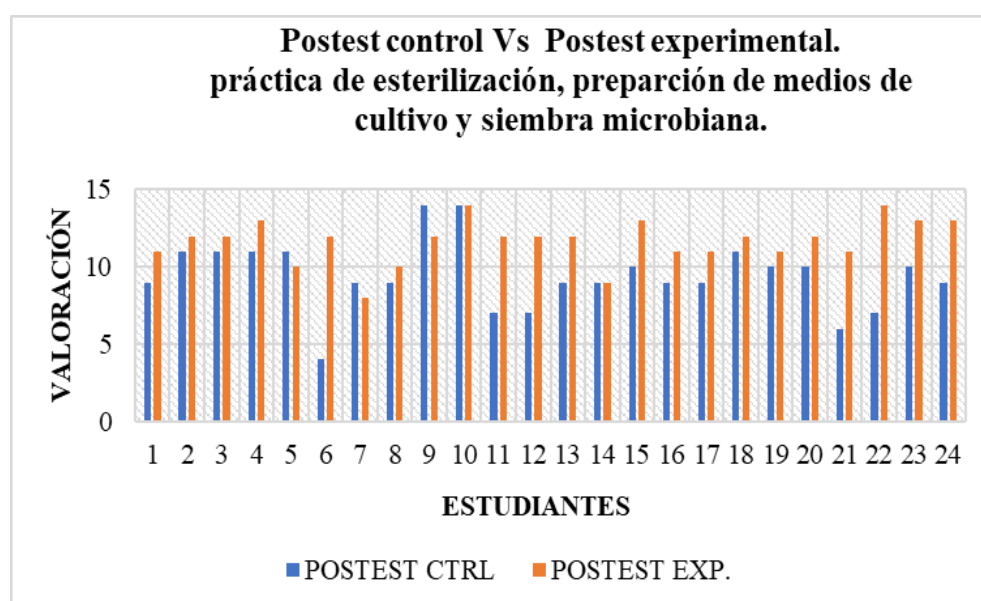
Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t demuestra que los resultados obtenidos en el pretest vs posttest del grupo control, no presentan diferencia significativa ($P > 0,05$).

Gráfica 5: Relación de los resultados pretest vs posttest del grupo experimental.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t indica que los resultados del pretest y posttest del grupo experimental son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Gráfica 6: Relación de los resultados posttest control vs posttest experimental.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t mostró que los resultados de la prueba posttest del grupo control vs experimental, son significativamente diferentes ($P < 0,05$). Con un nivel de confianza del 95% existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los estudiantes del grupo experimental luego de la aplicación de la plataforma de laboratorios virtuales (LABSTER), desarrollaron de forma más clara y asertiva un conocimiento significativo del tema.

La microbiología *per se* es una rama científica que se encuentra interrelacionada con múltiples disciplinas. Su enfoque de estudio abarca no solo bacterias, incluye virus, parásitos y hongos, así como sus ciclos de vida, beneficios y efectos patológicos. Todo este contenido abrumba al estudiante en su primera impresión.

Hay que enfatizar que, a ambos grupos de estudiantes sujetos de estudio, se les impartió actividades didácticas, talleres y clase magistral previo al desarrollo de las prácticas, pero una ventaja del grupo experimental correspondió el desarrollar las simulaciones previas a la práctica física. Esta ventaja les permitía a los estudiantes del grupo experimental realizar repaso de la temática al desarrollar la práctica virtual, pues esta plataforma de laboratorios virtual incluye ejercicios de conocimientos previos y autoevaluación. Además de la disponibilidad y accesibilidad de las simulaciones en su aula web, siendo posible su utilización desde cualquier localización donde el estudiante pudiera conectarse a la red, permitiendo así profundizar en su aprendizaje y habilidad para desarrollar protocolos de esterilización y siembras. Mientras tanto, el grupo control tenía la limitación de tiempo en el desarrollo de la práctica física y el repaso de conceptos era muy corto o dependía de la lectura previa de la guía.

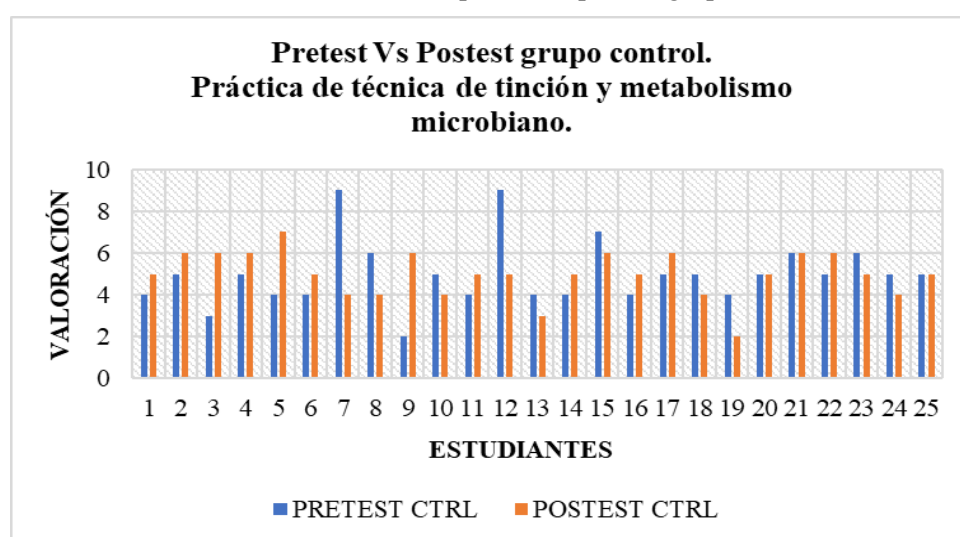
Es así como este estudio aporta evidencia de los aspectos relacionados con una articulación entre la simulación y el conocimiento disciplinar, actividades de correlación, momento de metacognición y momento de transferencia de contenido al realizar posteriormente los laboratorios físicos.

Práctica 4 y 5: Técnicas de Tinción y Metabolismo Microbiano.

En estas prácticas de técnicas de tinción y metabolismo microbiano o pruebas bioquímicas el objetivo consistía en desarrollar diferentes técnicas de preparación de frotis, fijación y tinción para el estudio microscópico de morfologías microbianas y determinar las características metabólicas de las bacterias objeto de identificación, a través de pruebas bioquímicas. Estas prácticas permiten a los estudiantes de licenciatura formular hipótesis, diseñar experimentos, recopilar y analizar datos, y sacar conclusiones basadas en evidencias. Les ayuda a desarrollar habilidades críticas de pensamiento y razonamiento científico. Los estudiantes estarán mejor preparados para enfrentar los desafíos del campo, comprender el avance de la ciencia en la investigación microbiológica y estar preparados para ser divulgadores científicos a través de la pedagogía.

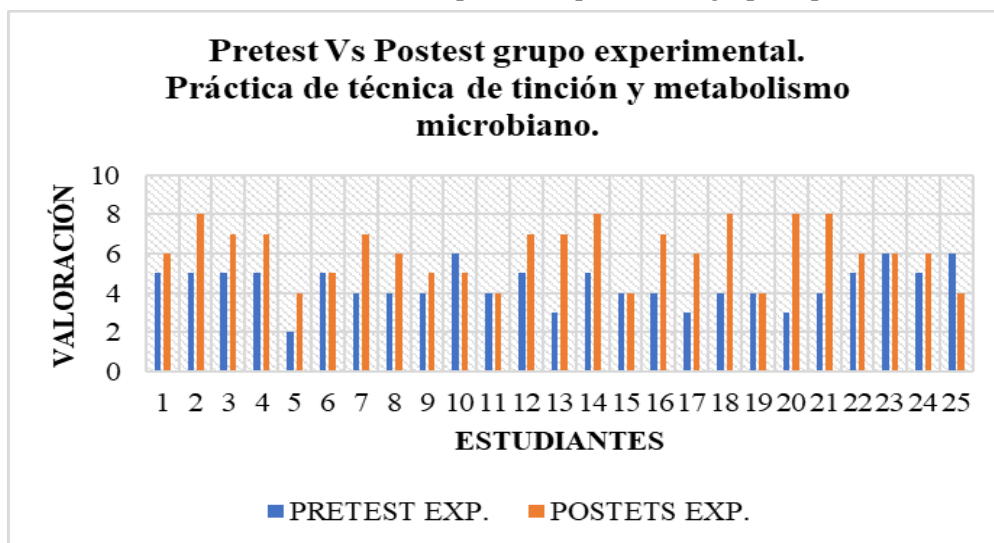
En la gráfica 7 y 8 nuevamente se repite el comportamiento observado en las anteriores prácticas de laboratorio, donde los estudiantes del grupo control no presentaron diferencias significativas en las respuestas a los cuestionarios previos y posteriores a las prácticas presenciales de técnicas de tinción y metabolismo microbiano sin el complemento de los simuladores respectivos.

Gráfica 7: Relación de los resultados pretest vs postest grupo control.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t arrojó que los resultados obtenidos en el pretest vs postest del grupo control, no presentan diferencia significancia ($P > 0,05$).

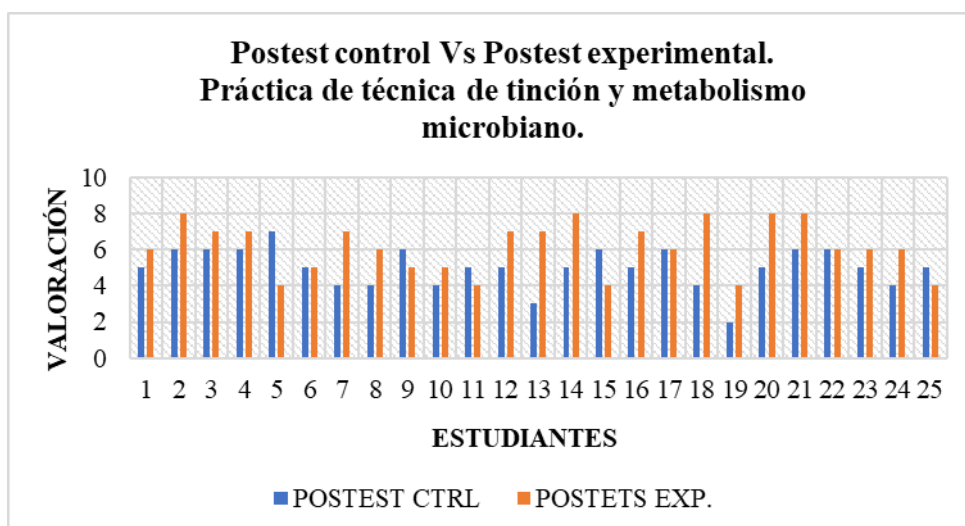
Gráfica 8: Relación de los resultados pretest vs posttest del grupo experimental.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t evidencia que los resultados del pretest y posttest del grupo experimental son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

En la gráfica 9, es notable la diferencia de logros en las evaluaciones de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo control. Los resultados de aprendizajes alcanzados por el grupo experimental fueron muy notorios y comprendieron; Diferencian microorganismos de acuerdo con sus características microscópicas y macroscópicas de desarrollo, de acuerdo con la técnica de identificación utilizada y usan métodos bioquímicos, sencillos y rápidos para reconocer el metabolismo e identificación de microorganismos.

Gráfica 9: Relación de los resultados posttest control vs posttest experimental.



Nota: Elaboración propia (2023). La prueba t indica que los resultados de la prueba posttest del grupo control vs experimental, son significativamente diferentes ($P < 0,05$). Esto afirma que los estudiantes del grupo experimental posterior a la aplicación del simulador virtual para las prácticas de laboratorio de técnicas de tinción Gram y metabolismo microbiano, alcanzaron de forma asertiva las competencias establecidas.

Cabe mencionar que el laboratorio físico de la institución no contaba con todos los kits bioquímicos para realizar la práctica de metabolismo microbiano, así que la simulación permitió desarrollar los objetivos de la práctica de manera concreta y satisfactoria en el grupo experimental. Incluso en esta simulación, los estudiantes del grupo experimental debían identificar una bacteria desconocida en otro planeta. La simulación le pedía al estudiante que llevara a cabo una tinción de Gram, cultivar la muestra usando diferentes medios diferenciales y hacer pruebas bioquímicas de catalasa, oxidasa e indol posteriormente combinar los resultados de estos ensayos para poder identificar la bacteria desconocida. Todo esto en un laboratorio virtual dotado de todo el equipo y reactivos necesarios para llevar a cabo los procedimientos a su propio ritmo y con todas las repeticiones necesarias hasta realizar el procedimiento de forma correcta y sin riesgo de seguridad comprometida por las equivocaciones.

Una de las dificultades observadas en el grupo control en el desarrollo de las prácticas físicas microbiológicas es la falta de experiencia previa en el manejo del equipo, La disponibilidad de tiempo en los laboratorios físicos es muy limitada para los estudiantes de licenciatura, por ende, concebir una sinergia entre las simulaciones de prácticas de laboratorios virtuales y las prácticas físicas en la enseñanza aprendizaje de microbiología u otra disciplina teórica práctica es recomendable y facilitadora de aprendizaje didácticos en marcos teóricos constructivistas para la práctica de los docentes de ciencias naturales en formación, además nos muestra la importancia de abordar la enseñanza usando las nuevas tecnologías.

CONCLUSIONES

Al final del curso de microbiología para los estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la Universidad Popular del Cesar del 2023 primer semestre. Se obtuvo que los estudiantes del grupo experimental donde se implementó los simuladores virtuales como un componente de enseñanza de laboratorio de microbiología; lograron competencias de aprendizajes significativas respecto al grupo de estudiantes del grupo control.

Las simulaciones de LABSTER proporcionó a los estudiantes una experiencia similar a la experiencia de un laboratorio convencional, ya que permitió el control en tiempo real, de un experimento físico con los instrumentos, equipos y reactivos, manera transversal en línea, permitiendo realizar actividades de experimentación en vivo de manera virtual.



Los resultados obtenidos en algunas simulaciones presentaban un enfoque híbrido que proporcionaba datos científicos contextualizado a la situación problema que la simulación presentaba al estudiante y con una gran aproximación a los datos reales cuando se comparaba con los datos obtenidos en la práctica presencial en el laboratorio físico.

Esta herramienta motivó al estudiante a indagar, suponer y emitir hipótesis, generando en ellos reflexiones que los incentivaba a darle solución a problemas desde sus competencias específicas de ciencias naturales. Les permitió aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento microbiológico, la disposición para reconocer la dimensión social de dicho conocimiento para asumirla responsablemente. Finalmente, pero igual de importante, esta herramienta brinda a los docentes de ciencias en formación la oportunidad de perfeccionarse en la aplicación de nuevas tecnologías en la educación científica, así como de comprender las implicaciones económicas, políticas y culturales que acompañan a estas tecnologías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Siso, Z., Briceño, J., Álvarez, C. & Arana, J. (2009). Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de química. Un primer acercamiento. Revista Electrónica Diálogos Educativos. REDE, 9(18), 139-161. <http://revistas.umce.cl/index.php/dialogoseducativos/article/view/1115>
- Reyes, A., Reyes, M., & Pérez, M. (2016). Experimentación virtual con el simulador dosis-respuesta como herramienta docente en biología. Apertura (Guadalajara, Jal.) Volumen 8, número 2, pp. 22-37. <https://www.scielo.org.mx/pdf/apertura/v8n2/2007-1094-apertura-8-02-00022.pdf>
- Acuña, L., Cuevas, O. & Armenta, J. (2022). Disponibilidad y conocimientos tecnológicos de docentes universitarios de matemáticas en tiempos de la covid-19. Apertura, 14(1), pp. 52-65. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2136>
- Veloza, R. A. & Hernández, C. A. (2018). Valoración de las estrategias adoptadas por docentes en la enseñanza de la ciencia desde la perspectiva de los estudiantes de educación básica. Ánfora, 25(45), 43-69. <https://doi.org/10.30854/anf.v25.n45.2018.512>
- Instituto Colombiano para el Fomento de La Educación Superior ICFES. (2007). Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales. Bogotá: Secretaría General, Grupo Editorial, ICFES. https://paidagogos.co/pdf/fundamentacion_ciencias.pdf



- Lestari, L., & Putri, D. H. (2020). An Analysis of Factors Causing Learning Difficulties of Biology Students in the Microbiology Subject, Universitas Negeri Padang. Atlantis Press.
<http://dx.doi.org/10.2991/absr.k.200807.051>
- Jordá, J. (2012). Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para Ciencias Experimentales–una experiencia con la herramienta VCL.
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/forum/discuss.php?d=73330>
- Gumucio-Dagron, A. (2011). Comunicación para el cambio social: clave del desarrollo participativo. *Signo y pensamiento*, 30(58). 26-39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86020038002>
- Ministerio de Educación Nacional (2012). plan de área y evaluación formativa. MINEDUCACIÓN.
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Elementos%20orientadores%20sugeridos%20para%20la%20construcci%C3%B3n%20de%20Plan%20de%20C3%81rea.pdf>
- Rojas, L., Troya, A. y Oñate, Jh. (2025). Simuladores Virtuales en la Enseñanza de la Microbiología para la Formación Docente. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis*, (XX), XX-XX.

