

Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en Educación Básica

Harold Stiven Quitian Cruz

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología
Bogotá D.C.
2021**

Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en Educación Básica

Harold Stiven Quitian Cruz

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Licenciado en Biología

Director:
Javier Enrique Cortés Amórtegui, MSc.

Línea de Investigación:
Biotecnología, Biodiversidad y Conservación (BBC)
Grupo de Investigación:
Estudios En La Enseñanza de la Biología (EEB)

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología
Bogotá D.C.
2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL DIRECTOR:

FIRMA JURADO:

FIRMA JURADO:

CIUDAD Y FECHA: _____

Dedicatoria

A mis padres Esperanza Cruz Torres y Hugo Quitian Quitian, por su apoyo incondicional, su paciencia y motivación constante para ser una mejor persona a nivel moral, ético e intelectual.

Agradecimientos

A Dios y a la vida por permitir formarme en la Universidad Pedagógica Nacional, donde pude vivir muchos momentos, aprendizajes, enseñanzas, lecciones de vida; que hicieron parte de mi formación profesional y personal.

A mis padres, por apoyarme en los momentos difíciles, ser un ejemplo de vida y superación, haberme formado en principios y valores, haber estado presentes con su apoyo mientras estuve en formación, es por ustedes y para ustedes que he llegado a este punto.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por abrirme sus puertas y permitir formarme como Licenciado en Biología y ser mi segundo hogar durante mucho tiempo, una oportunidad que no todos tienen como un privilegio.

Al Departamento de Biología, donde pude conocer personas y maestros excepcionales, que me inspiraron a continuar y a no desfallecer ante las dificultades.

Asimismo, a mis hermanos Laudy y Steep, por su apoyo durante toda la carrera, por sus consejos, por escucharme y apoyarme cuando lo necesite.

A mi director Javier Cortés Amórtegui, por su apoyo, su insistencia, su paciencia, sus consejos, sus revisiones e indicaciones que hicieron posible esta investigación.

A la Fundación Educativa Colegio Diocesano Ricaurte del municipio de Fusagasugá, por brindarme el espacio para la aplicación de las encuestas en grado noveno. Asimismo, agradecer a los estudiantes de grado noveno que participaron de esta investigación.

A mis amigos y compañeros con los que pude compartir muchas experiencias y risas en los pasillos del Departamento de Biología, a cada uno que aportó a mi formación como licenciado y como persona, gracias.

Finalmente, agradecer a la línea de investigación Biotecnología, Biodiversidad y Conservación (BBC) y a Hugo Mauricio Jiménez a quien respeto y admiro como un maestro ejemplar. A todos aquellos que aportaron su granito de arena a mi formación profesional, mil gracias.

CONTENIDO

Introducción	1
Justificación	4
Antecedentes	6
Revisión documental	6
Enseñanza de la microbiología	8
Trabajos prácticos de laboratorio	11
Laboratorios Virtuales	15
Planteamiento del problema	18
Objetivos	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
Marco teórico	22
Ministerio de Educación Nacional (MEN)	22
Didáctica	26
Didáctica de las Ciencias	30
Estrategia didáctica	38
Enseñanza-aprendizaje	41
Microbiología	42
Clasificación de los microorganismos	44
Dominio Archaea	46
Dominio Bacteria	47
Dominio Eukarya	48
Virus	50
Enseñanza de la Microbiología	53
Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)	55
TIC en la educación	58
TAC	60
TEP	60
Laboratorios virtuales	61
Laboratorios remotos	65
Marco Metodológico	69
Investigación cualitativa	69
Paradigma Interpretativo	70
Revisión Documental	71
Matriz documental	73
Encuesta	73
Triangulación	74
Fases de Investigación	75
Fase 1: Identificación de referentes	75
Fase 2: Diseño de la estrategia	77
Fase 3: Validación de la estrategia didáctica	78

Resultados	80
Fase 1: identificaciones referentes.....	80
Parte 1: Revisión documental-identificación.....	80
Parte 2: Posibles relaciones entre los referentes identificados.....	82
Fase 2. Diseño de la estrategia didáctica.....	86
Parte 1. Encuestas a estudiantes y docentes	86
Parte 2. Diseño de la estrategia didáctica.....	101
Fase 3: Validación estrategia didáctica	103
Conclusiones	107
Recomendaciones	109
Bibliografía	110
ANEXOS.....	118

Lista de tablas

Tabla 1. Adaptada de (Camilloni et al., 2007). Discusión de la diferencia entre didáctica general y didácticas específicas.

Tabla 2. Tomada de Adúriz-Bravo (1999). Resumen epistemológico de la didáctica de las ciencias organizado en cinco etapas.

Tabla 3. Tomada de (Ministerio de Educación Nacional, 2006). Temáticas relacionadas con la microbiología dentro de los estándares básicos de competencias.

Tabla 4. Tomada de (Farias, 2010). Tipos de recursos de aprendizaje.

Tabla 5. Adaptada de (Rosado y Herreros, 2005). Ventajas y desventajas de los LT, LV y LR como recursos de aprendizaje.

Tabla 6. Palabras clave para la revisión documental. Creación propia.

Tabla 7. Matriz 1: Identificación de referentes en fuentes de libre acceso. Creación propia.

Tabla 8. Matriz 2: Relaciones entre enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia didáctica. Creación propia.

Tabla 9. Codificación: Relación de los referentes identificados. Creación propia.

Tabla 10. Grupo de validadores. Creación propia.

Tabla 11. Resultados de la primera parte de la fase de identificación de los referentes. Creación propia.

Tabla 12. Pregunta 16. Encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Tabla 13. Pregunta 17. Encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Tabla 14. Pregunta 14. Encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Tabla 15. Pregunta 18. Encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Tabla 16. Pregunta 20. Encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Tabla 17. Pregunta 21. Encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Lista de figuras

Figura 1: Tomada de (Feo, 2010) La estrategia didáctica, su clasificación.

Figura 2: Tomada de (Madigan et al., 2015). Árbol filogenético universal determinado por análisis comparativo de secuencias **SSU rRNA**.

Figura 3: Tomada de (Madigan et al., 2015). Genomas víricos.

Figura 4. Representación gráfica de los criterios tenidos en cuenta para la validación por parte de docentes expertos y Licenciados en Biología. Creación propia.

Gráfico 1: Adaptado de (Cabero, 2014). Posibles relaciones entre TIC, TAC Y TEP para la enseñanza aprendizaje haciendo uso de medios tecnológicos.

Imagen 1: Resumen metodología. Creación propia.

Imagen 2. Gráfica, pregunta 6 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 3. Gráfica, pregunta 7 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 4. Gráfica, pregunta 8 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 5. Gráfica, pregunta 9 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 6. Promedio pregunta 10 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 7. Gráfica, pregunta 11 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 8. Gráfica, pregunta 13 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 9. Gráfica, pregunta 15 encuesta a estudiantes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 10. Gráfica, pregunta 6 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 11. Gráfica, pregunta 7 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 12. Gráfica, pregunta 8 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 13. Gráfica, pregunta 9 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 14. Gráfica, pregunta 12 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 15. Gráfica, pregunta 19 encuesta a docentes. Tomada de la encuesta en Microsoft Forms. Creación propia.

Imagen 16. Diseño de la estrategia didáctica, a partir de los resultados de las Fase 1 y parte 1 de la Fase 2. Creación propia.

Abreviaturas

TPL: Trabajos Prácticos de Laboratorio

LT: Laboratorios Tradicionales

LV: Laboratorios Virtuales

LR: Laboratorios Remotos

MEN: Ministerio de Educación Nacional

OCDE: La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

EBC: Estándares Básicos de Competencias

DBA: Derechos Básicos de Aprendizaje

DNA: Ácido desoxirribonucleico

RNA: Ácido ribonucleico

rRNA: RNA ribosómico

TIC: Tecnologías de la Información y la Comunicación

TAC: Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento

TEP: Tecnologías del Empoderamiento y la Participación

Introducción

Este trabajo de grado se realiza dentro del grupo de investigación Estudios en la Enseñanza de la Biología (EEB), enmarcado bajo la línea de investigación Biotecnología, Biodiversidad y Conservación (BBC) del departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, con la intención de realizar una revisión documental que contribuya al diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios virtuales de fácil acceso para la enseñanza de la microbiología en educación básica.

El mundo ha pasado por diferentes momentos cruciales en los que ha existido muchos cambios a nivel tecnológico, cultural y social, entre ellos guerras, descubrimientos en diferentes áreas, avances médicos, investigativos y educativos. Así, la humanidad ha tenido que adaptarse a diferentes cambios y con ellos, crear alternativas para poder responder a la demanda de la vida en la tierra, por lo que ante la pandemia provocada por un virus como el SARS CoV-2 la humanidad tuvo que aislarse, para así evitar contagiarse. Muchas personas empezaron a trabajar por primera vez desde sus casas e intentaron adaptarse a diferentes rutinas que eran totalmente nuevas. El trabajo, el estudio remoto, el uso de tapabocas para salir a la calle de manera obligatoria, el uso de gel antibacterial, alcohol y lavado de manos, se convirtieron en un hábito diario.

Además, desde las instituciones educativas se tuvieron que suspender clases de manera presencial y empezar con una nueva modalidad, la virtual. Dicha modalidad ha sido debatida desde diferentes puntos y áreas de conocimiento, indagando con algunas personas que dicen no comprender las clases o que los temas complejos se dificultan aún más a través de la pantalla de un celular o un computador.

Partiendo de lo anterior, la autonomía por parte de los estudiantes se ha tratado de motivar con el objetivo de que se apropien de su formación, desarrollen pensamiento crítico e indaguen sobre los temas que pueden ser complejos en el aula de clase, para que así puedan interiorizarlos, logren darle un sentido y comprendan su aplicabilidad en la realidad. Además, algunos temas que están dentro del componente de microbiología, como los que sugieren en los Estándares Básicos de Competencias (EBC) tales como la teoría celular, características de la célula, diversidad celular, clasificación taxonómica según sus características celulares, aplicaciones industriales de microorganismos, entre otros, pueden necesitar de un espacio para que logre darse la enseñanza a partir de la

experiencia, como lo son las prácticas de laboratorio con las que muchas veces no se cuenta. Es por esta razón que los docentes reflexionan acerca de ¿qué?, ¿para qué? y ¿cómo enseñar? con alternativas que posibiliten el aprendizaje de acuerdo con el contexto en el que se encuentren, como lo son trabajos prácticos de laboratorio, laboratorios caseros y laboratorios virtuales o remotos.

Los estudiantes pueden comprender desde otras miradas fuera de lo tradicional las temáticas abordadas, pero muchas veces los espacios de clase o los recursos por parte de las instituciones educativas son limitados. Es desde la necesidad de innovar en el aula, que hoy en día con la tecnología se puede hacer uso de herramientas remotas que sirvan como alternativas a esas condiciones donde no se cuenta con un espacio físico para llevar a cabo trabajos prácticos, de tal manera que los estudiantes puedan llegar a desarrollar habilidades experimentales a partir de la interacción con recursos didácticos, como laboratorios virtuales, desarrollen pensamiento crítico, investigativo y comprendan temas relacionados con la microbiología.

Es por esto, que nace el interés de indagar acerca de los recursos que se han ido utilizando dentro de las metodologías de los maestros para la enseñanza de microorganismos, teniendo en cuenta que en la actualidad las clases son mayormente virtuales o de alternancia. Si bien los docentes hacen uso de los medios y la tecnología actual para brindar a sus estudiantes los medios por los cuales puedan acceder a un aprendizaje, se hace necesario analizar como los laboratorios virtuales o laboratorios remotos han servido en las condiciones actuales de la virtualidad.

Por medio de la identificación de referentes depositados en fuentes de libre acceso y las posibles relaciones entre laboratorios virtuales y microbiología como una estrategia didáctica de enseñanza. De manera que, se pretende tener una mirada de lo que se ha trabajado hasta ahora y qué resultados han sido obtenidos en estas investigaciones de gran interés a nivel educativo, didáctico e investigativo.

Este trabajo de investigación pretende hacer una revisión documental en la que se evidencien además las tendencias y los recursos que son gratuitos y de fácil acceso para docentes y estudiantes, de manera que contribuyan y puedan ser usados en la propuesta de una estrategia didáctica.

La investigación inicia con una justificación, luego, se proponen una serie de antecedentes que darán una mirada de lo que se ha investigado hasta ahora frente a la temática y un planteamiento del problema donde se evidencia una

situación actual, relacionada con las clases virtuales, la necesidad de que los estudiantes desarrollen habilidades experimentales dentro y fuera del aula, además de algunas problemáticas relacionadas con los recursos de las instituciones educativas y la falta de formación en contenidos en TIC en maestros. Posteriormente, se proponen los objetivos, que van relacionados con la realización de una revisión documental que contribuya aspectos para el diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología.

Asimismo, luego se propone un marco teórico en el que se le da base teórica a los principales conceptos abordados en la investigación y posteriormente se propone una metodología para cumplir con los objetivos planteados anteriormente. Dentro de la metodología, se proponen tres fases de investigación. En la primera fase se pretende hacer la identificación de referentes bibliográficos y así como las relaciones que puedan surgir a partir del análisis en matrices de datos. En la fase 2, se proponen una serie de encuestas a una muestra de estudiantes en un colegio del municipio de Fusagasugá y a un grupo de docentes de la licenciatura en Biología. Asimismo, a partir de los datos recolectados en estos apartados, se propone el diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología haciendo uso de laboratorios virtuales de fácil acceso.

Así, se llega a proponer la fase tres en la que se pretende a partir de la postura de un grupo de expertos validar la estrategia y determinar su viabilidad con la problemática de la investigación y los objetivos planteados orientados a un contexto particular. Finalmente, se llegan a los resultados de las fases metodológicas, resaltando la importancia de hacer uso de estrategias innovadoras basadas en el contexto de los estudiantes y de lo que sucede en la actualidad.

Justificación

Desde la enseñanza de la biología ha sido importante trabajar en estrategias y alternativas didácticas, que permitan una comprensión de diferentes temas complejos y promuevan el interés hacia las ciencias. Por lo que, es necesario que los Licenciados en Biología tengan conocimiento acerca de las herramientas con las que cuentan a la hora de realizar sus clases y hagan uso de alternativas innovadoras para la enseñanza. La tecnología en el aula hoy en día está más inmersa, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son imprescindibles cada vez más. Es decir, los maestros deben estar preparados y tener las habilidades que le faciliten planear sus clases haciendo uso de ellas. La virtualidad como se conocía hace algunos años, ha ido cambiando a gran escala, tanto así que en la actualidad podemos contar con diversas herramientas y avances tecnológicos como el uso de lentes de realidad virtual, programas que permiten hacer videoconferencias a nivel global con múltiples personas al tiempo, uso de aplicaciones o software que nos enseñan acerca de enfermedades y características fisiológicas, entre otras.

Entonces, desde la implementación de las TIC en el aula se hace necesario realizar un análisis de la modalidad virtual, en este caso los laboratorios virtuales como una estrategia didáctica de enseñanza de temas relacionados con la microbiología, ya que existe la necesidad de evidenciar los resultados que se han ido dando en trabajos investigativos que han implementado este tipo de estrategias. Si bien, con la situación actual en la que la virtualidad se ha vuelto parte de cada día, tanto para maestros como para estudiantes surgen preguntas de cómo se ha ido abordando temas complejos como lo es la microbiología, en las que muchas veces se hacen laboratorios prácticos para su enseñanza. Así, el uso de laboratorios virtuales (LV) y sus características e incluso los alcances que pueden tener, son de gran interés investigativo.

En ese sentido, las tecnologías avanzan y es necesario que podamos como maestros estar a la vanguardia de las nuevas generaciones y tecnologías. También desde la Licenciatura en Biología es necesario que los maestros se formen con habilidades que posibiliten una mirada más extensa de las problemáticas que existen a la hora enseñar un tema en concreto y que se puedan proponer alternativas para el mundo actual. Entonces, las diferentes perspectivas que pueden tener los estudiantes a la hora de abordar un tema en concreto debido a la cantidad de fuentes a las que pueden tener acceso hoy en día, puede ayudar en los procesos de aprendizaje, por lo que desde esta investigación se pretende

identificar diferentes referentes que trabajen desde la perspectiva virtual o remota, estrategias didácticas y cómo estas pueden repercutir en la enseñanza de la microbiología con estudiantes de educación básica secundaria.

Además, esta revisión documental se hace con el fin de tener una mirada más actual en cuanto a los alcances que se han logrado hacer en estos años en cuanto a los laboratorios virtuales y las estrategias didácticas usadas por los maestros en la virtualidad para la enseñanza de diferentes temáticas, pero más específicamente en los temas relacionados con la microbiología.

Es así, como se pretende analizar los alcances que tienen los laboratorios virtuales (LV) y determinar su pertinencia en la actualidad, en tiempos de aislamiento donde la virtualidad es tema de cada día, donde maestros y estudiantes se han tenido que adaptar a nuevas formas de enseñanza y aprendizaje, pueden usarse a favor este tipo de situaciones, ya que pueden potenciar habilidades de laboratorio como una forma de llegar a ciertos lugares, donde no se cuenta con un espacio físico para abordar temas relacionados con los Laboratorios Tradicionales (LT), además que este tipo de investigaciones permiten evidenciar lo que se ha ido trabajando a lo largo de los años y que reflexiones se han venido discutiendo para potenciarse en otros trabajos relacionados con la virtualidad.

Es conveniente recordar, la necesidad actual de abordar estas temáticas, pero también que los laboratorios virtuales pueden ser usados como estrategias de enseñanza -aprendizaje para aclarar conceptos o dudas que puedan surgir y de esta manera cuando se vuelva a la presencialidad, pueda usarse como una alternativa didáctica para complementar los conceptos a trabajar en los trabajos prácticos de laboratorio. De esta manera, la estrategia utilizada en la enseñanza de temas relacionados con la microbiología que puede llegar a ser compleja para algunos estudiantes pueda ser afianzada y explorada en la estrategia virtual.

Finalmente, esta investigación se va a realizar con una identificación de los referentes existentes en repositorios de fuentes de libre acceso, que aporten elementos para el diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios virtuales de fácil acceso como un medio de enseñanza-aprendizaje.

Antecedentes

Para esta investigación se tuvo en cuenta una serie de antecedentes a nivel internacional, nacional y local que han sido organizados en las siguientes categorías: revisión documental, enseñanza de la microbiología, trabajos prácticos de laboratorio y finalmente laboratorios virtuales. Los cuales aportan a la temática del presente trabajo dado que se toman varios documentos que han trabajado con alternativas para la enseñanza de la temática de investigación, como también, para determinar los alcances actuales desde diferentes panoramas. A lo largo del documento se irán analizando los antecedentes en orden y finalmente se discutirá su relevancia y aportes a este trabajo.

Revisión documental

Arias & Antillón (2000), de la Universidad de Costa Rica en su artículo titulado: **Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica. Una revisión de 10 años** hace un análisis de los alimentos consumidos de fuentes comerciales como: vendedores ambulantes, alimentos vendidos durante eventos festivos y alimentos de servicio público, en un periodo de 10 años por una población de costarricenses. En donde se tuvieron en cuenta bacterias que eran patógenas que se encontraban en heces fecales. La revisión se hizo a partir de documentos y estudios realizados en un periodo de 10 años y un estudio que tuvo lugar en las calles donde había personas que ejercían el rol de vendedor ambulante como una alternativa de trabajo que parte de la gente recurría a ellos por la facilidad a la hora de comer estos alimentos.

Los resultados de esta revisión incluyeron el análisis de 25 muestras de frutas y frescos de frutas como: sandía, mango verde, nance, papaya, piña y jocote. Además de, 50 frescos de frutas y 50 muestras de ensalada de frutas. Las ensaladas y los refrescos de fruta presentaron calciformes mayores al 30%, como también la presencia de *E. coli* era mayor al 10% de las muestras de diferentes frutas y mayor a 70% en ensaladas de frutas. En cuanto a los eventos festivos donde se venden variedad de alimentos se determinó que alrededor de 32% de las personas que manipulaban estos alimentos presentaban conformes fecales en sus manos, no obstante, el estudio también arrojó como resultado una mejoría en la calidad microbiológica en dichas festividades del año 1993 en comparación con los eventos realizados en los años 1991-1992, 1992-1993. Por otro lado, los servicios de alimento público se determinó la presencia de variedad de microorganismos patógenos en los alimentos por falta de técnicas de manipulación

y de las condiciones para conservar los alimentos, por lo que de esta revisión se concluye que es necesario que se haga control estricto con estas estancias para controlar la propagación de estos organismos que puedan afectar a gran escala, además de promover las buenas prácticas sanitarias en la población y llevar un control constante que pueda ser sistematizado para mayor organización de la información.

Así mismo, Villanueva (2019) en su trabajo de grado titulado: **Los aportes de Lamarck en la Biología y su enseñanza: Una aproximación a través de la revisión documental** realiza un análisis de los aportes de Lamarck en la Biología y su enseñanza a través de investigaciones que fueron publicadas en los años 2000-2017 basado en la investigación cualitativa, enfocado en el paradigma interpretativo y usando como método la revisión documental. El estudio tuvo una serie de validaciones por parte de maestros y expertos en temas relacionados con la enseñanza de la biología, como también de las tablas para las categorías y subcategorías del estudio bibliométrico de los años anteriormente mencionados, donde se obtuvo un número aproximado de 33 investigaciones de las cuales el 49% estaban en inglés, 36% en español, 9% en portugués, 3% en francés y 3% en italiano. En cuanto al número de revistas y artículos científicos que el autor investigo sumaron un total de 33 artículos y 28 revistas. Durante los años 2000-2017, se determinó que, en los años 2003, 2004, 2007, 2008, 2012 y 2014 no se hallaron publicaciones relacionadas con este tema. De esta investigación se concluyó que herramientas como el sistema Index-K que ofrece la Universidad Francisco José de Caldas, pueden ser de gran ayuda a la hora de hacer investigaciones bibliométricas, que a su vez cuentan con gran cantidad de artículos y revistas que permiten que las investigaciones sean mucho más rigurosas, también la creación y validación de instrumentos para investigaciones bibliométricas podría ser más consistente si se tiene bases estadísticas y de software que lo sustenten de forma más detallada.

También, Antolínez & Amórtegui (2019) en su artículo titulado: **Las prácticas de campo en el aprendizaje de la biología y su relación con la construcción de paz. Revisión documental**, en el que se hizo una investigación mixta de carácter cualitativo y cuantitativo con un enfoque interpretativo y como técnica la revisión documental, donde los autores resaltaron la importancia de las prácticas de campo como una estrategia educativa para el aprendizaje de ciencias naturales con estudiantes de la ciudad de Neiva. Tuvieron en cuenta revistas acerca de educación en ciencias naturales y la revisión de 15 revistas entre los años 2000-2018 con los que se hizo un resumen analítico especializado (RAE) y los resultados de encuestas realizadas a cuatro instituciones educativas. Se

obtuvieron 15 artículos relacionados con las prácticas de campo como un medio para la enseñanza de Biología y como conclusiones determinaron que las investigaciones realizadas en el sur de Colombia en relación con las prácticas de campo como medios para reforzar la enseñanza-aprendizaje de Ciencias Naturales son insuficientes y se hace necesario incluir las prácticas de campo para que los estudiantes puedan diferenciar lo teórico de lo práctico y puedan realizar ese tipo de estrategias educativas fomentando el trabajo en equipo e integración de los conocimientos adquiridos durante las clases teóricas reforzándolos en la práctica.

Entonces, estos antecedentes le aportan al trabajo de grado de manera que se resalta la importancia de estas investigaciones de revisión documental y análisis de contenido, dado que brindan información de los resultados obtenidos de este tipo de investigaciones, su metodología, objetivos y referentes utilizados para cumplir los objetivos. Además, de proporcionar información relevante del panorama actual de una temática de interés y de cómo se ha ido trabajando a lo largo de los años, por lo que es de gran utilidad tanto para el trabajo actual como para futuras investigaciones relacionadas que puedan estar relacionadas con los laboratorios virtuales y la enseñanza de la microbiología.

Enseñanza de la microbiología

En cuanto a la enseñanza de la microbiología Durango (2012) en su trabajo titulado: **La microbiología en la escuela: Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica**, tuvo como objetivo que, una vez terminada la unidad de Microbiología, el estudiante estaría en capacidad de comprender de manera general lo que sucede en el mundo microscópico, la importancia que los microorganismos tienen en procesos de la vida cotidiana, como también desarrollaría habilidades que le permitirán identificarlos. Su metodología fue ideada para una población con estudiantes de grado séptimo de la Normal Superior de Medellín. Por lo que le aporta a la propuesta la necesidad de innovar en la escuela teniendo como base el contexto de los estudiantes y de cómo aprenden, ya que las metodologías tradicionales no son viables por lo que los maestros deben apostarle al uso de estrategias y alternativas que le permitan al estudiante comprender un contenido que puede ser complejo.

Además, Cifuentes y Quispe (2014) en su trabajo de grado titulado **Manual de prácticas de microbiología del cepario del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional** las autoras propusieron como objetivo general elaborar un Manual de Prácticas de Microbiología del Cepario del

Laboratorio de Biotecnología del departamento de biología de la UPN, como apoyo documental al trabajo con bacterias y micro hongos. La metodología utilizada por las autoras se basó en una investigación documental de tipo informativa (expositiva), enmarcado en el paradigma estructuralista con un enfoque cualitativo. Propusieron algunas fases de investigación en las que consistía en recolectar información bibliográfica acerca del tema de interés del repositorio de la UPN y otras fuentes de libre acceso, tales como: libros, documentos y artículos científicos; además de una serie de categorías para la construcción del manual como una herramienta sistemática de fácil acceso para estudiantes y maestros.

Por lo que, la información recolectada por las autoras partió del año 2000 acerca de generalidades de géneros de hongos, micro hongos y bacterias teniendo en cuenta sus características como ambiente, condiciones, su importancia y su los requisitos y normas para su manejo dentro de un laboratorio. Los resultados obtenidos se basaron en 29 libros, 23 páginas de internet, 25 trabajos de grado y 14 manuales, los cuales ayudaron constituir lo que sería el manual de prácticas de microbiología. En los que se determinó que entre los años 2004-2013 en cuanto a bacterias y microhongos encontraron un total de 12 géneros y en cuanto bacterias encontraron un total de 5 aislamientos en su mayoría de Bacillus, por lo que concluyeron que el manual puede ser usado como una herramienta de enseñanza de la microbiología que motiva el trabajo practico y que gracias a este tipo de herramientas se puede facilitar el reconocimiento de generalidades de microrganismos.

Por otro lado, De Aquino (2015) en su tesis titulada: **Estrategias docentes para la enseñanza de la microbiología** tuvo como objetivo el potenciar la enseñanza de la microbiología que se imparte en la Licenciatura en Biología de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (México) en una población que cursaba segundo semestre, haciendo uso de estrategias docentes para la enseñanza de temas que fueran complejos tanto para profesores, estudiantes y egresados. Se baso en una investigación mixta de tipo cualitativa y cuantitativa en la que se propusieron una serie de estrategias docentes para la enseñanza de la temática tomando una muestra de 64 estudiantes que cursaron la asignatura de microbiología en el año 2013 y posteriormente a una muestra de 90 participantes, dando como resultado que los temas que presentaban mayor dificultad era fisiología, reproducción y desarrollo bacteriano con un 24.4%, además del tema de virus con un 20% y finalmente del control del crecimiento bacteriano con un 19.2%, además que el autor también llevo al resultado una de las problemáticas era la falta de hábitos de

estudio con un 41.3% y la falta de conceptos previos para la asignatura con un 39.1%.

En cuanto a las conclusiones, el autor determino que los maestros deberían tener un conocimiento del tema que se quiere abordar, pero también es importante que cuente con las estrategias didácticas para poder llevar a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje de temas relacionas con la microbiología. Igualmente, la importancia de que exista una organización de las estrategias propuestas por los maestros, que no solo sea aplicarlas, sino que se tenga en cuenta la población, los saberes previos, el inicio, desarrollo, cierre y evaluación de la estrategia. Además, de resaltar que temas como reproducción, fisiología y desarrollo de microorganismos puede ser complejo a la hora de abordar incluso en grados superiores y universitarios por lo que se hace necesario indagar las diferentes herramientas que se pueden usar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la microbiología.

También Arias (2016), en su trabajo de grado titulado: **Enseñanza de la microbiología con materiales reciclables y de bajo costo: Una experiencia para el grado noveno de la Institución Educativa Emiliano García**. La temática de este trabajo tuvo como premisa los materiales reciclables como propuesta didáctica, que los estudiantes de grado noveno de la institución educativa Emiliano García (municipio de Girardota) podrían encontrar en la cotidianidad. Partiendo de la problemática que es la del bajo rendimiento académico de estudiantes en el aula, destacándose como un factor causante el nivel de escolaridad de los padres y la solvencia económica de la familia, entre otros como, la falta de motivación por la materia de ciencias naturales.

Por lo que, la autora se propuso como objetivo el diseño de un proyecto en el aula con la intención de enseñar microbiología a partir de materiales reutilizables y de bajo costo en el que tuvo en cuenta la población de bajo rendimiento que no contaba con los recursos adecuados para llevar a cabo las actividades dentro y fuera del laboratorio. En los resultados de este trabajo la autora resalta la importancia de que el maestro deje de ser un transmisor de conceptos teóricos y que más bien, sea un facilitador y motivador para los estudiantes de temáticas relacionadas con la microbiología de manera que para el estudiante sea interesante aprender y también a hacer trabajos prácticos a partir de materiales que puede encontrar en la cotidianidad y que son de bajo costo.

En resumen, estos antecedentes le aportan al trabajo de grado dado que la enseñanza de la microbiología requiere que los maestros busquen alternativas

para el abordaje de temas complejos como la microbiología en escuelas que no cuentan con los recursos para usar una bata de laboratorio, que muchas veces es un limitante para el ingreso a un espacio destinado para la prácticas que en varias instituciones, ese espacio no está presente porque las escuelas no tienen los medios para darle esa experiencia a sus estudiantes, además que muchos de ellos no cuentan con los recursos suficientes, por lo que esto no debe ser un limitante a la hora de proponer un tema que pueda ser abordado en el aula de clase, dando la oportunidad a que sin importar los recursos con los que cuente el estudiante, se pueda sacar provecho de ellos. También, es necesario que los maestros cuenten con los conocimientos en algunos programas que pueden facilitar el abordaje de esta temática, como lo son el uso de crucigramas, sopas de letras o plataformas interactivas que, aunque no se cuente con un espacio físico, pueda que la posibilidad de manejarlo desde un programa o software sirva como una alternativa para que los estudiantes se motiven por las ciencias naturales y específicamente por la microbiología.

Trabajos prácticos de laboratorio

En primer lugar, en cuanto a los trabajos prácticos de laboratorio López y Tamayo (2012) en su artículo titulado: **Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales** hacen una caracterización de las prácticas de laboratorio de un programa de Licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas (Manizales, Colombia), con un diseño metodológico mixto y un enfoque descriptivo. Tuvo como metodología identificar ideas sobre el uso de prácticas de laboratorio y hacer una descripción de entrevistas a docentes (11) y estudiantes (96) de la Licenciatura en Biología y Química, se realizó una recolección de la información por medio de encuestas y la toma de cinco guías al azar de cada una de las materias prácticas para evidenciar tres aspectos: propósitos, visión de ciencia y clasificación de las prácticas.

De acuerdo con los resultados, los autores determinaron que en cuanto a los propósitos que iban orientados al aprendizaje científico, el 28% eran “claras y fáciles” y un 11% de “comprobación”, en cuanto a la “motivación” obtuvieron un 34% concluyendo que los estudiantes cuando veían las prácticas de laboratorio como “receta” este porcentaje disminuía bastante. En cuanto a la visión de ciencia el 25% de los estudiantes manifestaron que entre más prácticas de laboratorio podían aplicar mucho más lo que se aprendía, el 19% manifestaron que conlleva un aprendizaje más sencillo, aunque el 19% de los estudiantes están de acuerdo que la calidad prima sobre la cantidad. En cuanto a la clasificación de las prácticas

de laboratorio el 88%, 96% y 80% no presentan objetivos, introducción y planteamiento del problema, mientras el 96% presentan marco teórico y procedimiento.

Además, los autores resaltan la importancia de dejar las prácticas de laboratorio tradicionales tipo “receta” atrás, empezar a plantear nuevas prácticas de laboratorio que involucren un aprendizaje, teniendo en cuenta unos objetivos claros y un procedimiento que pueda ser usado de guía para el estudiante, que son importantes para llevar a cabo un aprendizaje científico.

Ahora bien, Fernandez (2013) en su artículo titulado: **Los trabajos prácticos de laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología** hizo una investigación escolar haciendo uso de Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) con los que se determinó algunas dificultades a la hora de realizarlos, tales como: el tiempo reducido, excesivo número de alumnos o falta de formación docente. Según la autora una de las problemáticas es presentar los TPL como recetas de cocina, con ciertos pasos a seguir, manejo y observación del fenómeno, por lo cual limita la curiosidad, la capacidad de proposición de hipótesis, la confianza en el manejo de elementos de laboratorio y la capacidad de expresar lo aprendido a sus compañeros.

También, la autora propone un ejemplo de la clasificación de los TPL según Caamaño (2004), Leite & Figueroa (2004) de la cual concluye que los TPL deben ser diseñados según el tipo de aprendizaje, los conceptos, técnicas, habilidades y destrezas; que deben tener como objetivo la enseñanza mediante actividades prácticas de investigación. Las prácticas deben tener un orden: En un primer momento el diseño y planificación, segundo momento de realización, tercer momento de reflexión y cuarto momento de registro y elaboración de un informe de la practica realizada. La autora concluye, que es importante que los TPL vayan relacionados con preguntas y objetivos de investigación, que despierten el interés por las ciencias en los estudiantes y que dejen de ser como una receta que deben seguir los estudiantes, deben incluirse las reflexiones y resultados para una mayor apropiación del tema.

Por otro lado, Rodríguez, Real y Gregori (2015) en su artículo titulado: **El aprendizaje de la metodología científica a través de trabajos prácticos** hicieron una investigación que desarrollo los contenidos de una asignatura en su totalidad a partir de trabajos prácticos con la intención de hacer una “Ampliación de Biología y Geología” (ABG) en un curso de nivel cuarto en el Instituto de Educación Secundaria Laguna de Madrid, España. Los estudiantes tenían una

edad aproximada de 15 y 16 años que pertenecían a 3 grupos distintos que se unían en los espacios de ABG. Los objetivos propuestos por los autores iban encaminados al desarrollo total de la asignatura de manera práctica, es decir sin tener clases catedráticas o clases tradicionales para así motivar a los estudiantes por aprender sobre las ciencias, las temáticas propuestas en el currículo y potenciar la capacidad argumentativa que tenían los estudiantes.

En continuación con lo anterior en cuanto a los resultados, los autores determinaron que en los trabajos prácticos se hace necesario de una guía con la que se pretende desarrollar durante la práctica de laboratorio, de esta manera se observó que los estudiantes a la hora de desarrollar la práctica de laboratorio tenían mayor afinidad y confianza a la hora de hacer uso de algunos instrumentos, elementos y reactivos dispuestos para la práctica. También, muchos de ellos se sentían más confiados al tener la guía con las instrucciones por lo que preguntaban solo cuando realmente tenían algún inconveniente y eran mucho más ágiles durante el proceso. Aunque algunos estudiantes presentaron dificultades con las cantidades descritas en la guía por lo que los resultados se vieron afectados.

Además, el método científico elaborado por los estudiantes les permitió a los autores determinar los alcances de las prácticas de laboratorio, observando que gran parte de los estudiantes se motivaban y mantenían la participación activa sobre las temáticas abordadas en la asignatura, también el tiempo de las practicas desde sus inicios hasta la finalización de la práctica se vio afectado por la agilidad y destreza que desarrollaron los estudiantes por lo que los estudiantes ya tenían un conocimiento de lo que se iba a realizar con muy pocas indicaciones. A modo de conclusión, los autores resaltaron las ventajas de la metodología de trabajos prácticos en comparación con clases exclusivamente magistrales, ya que la capacidad de formulación de hipótesis y posturas argumentativas basadas en la propia experiencia de los estudiantes los llevaba a una comprensión más profunda de los fenómenos que se destacan en la asignatura. Aspectos relevantes que durante la cotidianidad de clases magistrales y practicas con un tiempo limitado no hubieran sido posibles.

Por otro lado, Antonio y Sánchez (2017) en su trabajo titulado: **Caracterización de las prácticas de laboratorio en el curso de sistemas microbianos como una mirada a la formación de los futuros Licenciados en Biología** hacen una caracterización de las prácticas de laboratorio y sus implicaciones en la formación de maestros de biología del departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) en el curso de sistemas microbianos. Tuvieron en

cuenta como problemática, la falta de referentes teóricos relacionados con las prácticas de laboratorio de biología, ya que como lo mencionan en su trabajo solo se encuentran trabajos relacionados con física y química y de biología hay muy poca información.

Por lo que los autores, propusieron como objetivo general hacer una caracterización de las prácticas de laboratorio abordadas en el curso de sistemas microbianos y su importancia en relación con la formación profesional de los estudiantes de licenciatura en biología de la UPN que tuvo como resultado la necesidad de abordar temas de microbiología y de biotecnología en semestres anteriores, debido a que por lo que se trata del curso de biología molecular se da en octavo semestre, por lo que varios de los estudiantes ya han terminado su práctica pedagógica han observado que los temas en los colegios con estudiantes de cuarto y quinto grado ya son más avanzados por ejemplo: en la observación de ADN, muchos lo empiezan a trabajar en estos grados pero los estudiantes de licenciatura empiezan a ver estos cursos en semestres avanzados cuando ya han terminado sus prácticas.

Además, las prácticas de laboratorio como lo mencionan los autores de este trabajo son importantes en la formación de maestro de licenciatura en biología y también en las escuelas, donde la práctica se hace necesaria y pertinente en el desarrollo del contenido microbiológico, de habilidades técnicas y de manipulación de instrumentos; como el conocimiento acerca de las características de diferentes organismos, su entorno y su relación con este. Los laboratorios son abordados de manera que como lo menciona el docente citado por los autores, sean fáciles y entendibles para que los futuros licenciados puedan aplicarlos en el aula de clase.

Como se ha mostrado, estos antecedentes le aportan a la propuesta una mirada desde los trabajos prácticos de laboratorio, lo que se ha venido trabajando desde diferentes contextos, Internacional, Nacional y Local, para así llegar a manera de conclusión, que se hace necesario que las prácticas de laboratorio tengan un orden, una estructura, unos objetivos, marco teórico, procedimientos, resultados, análisis de resultados y unas reflexiones a las que el estudiante debe llegar autónomamente desde su propio aprendizaje científico y de las diferentes practicas realizadas para la comprensión de conceptos o un tema en concreto, además le aportan a la propuesta desde los trabajos que se han realizado en el ámbito de TPL y su importancia en el enseñanza de las ciencias. También, se resalta la necesidad de que haya más trabajos que evidencien la importancia de este tema en el aula de clase dando respuesta a las necesidades de los estudiantes y de la actualidad, de manera que las practicas puedan ser

innovadoras y que no sea solo seguir una simple “receta” como lo abordaron varios autores.

Laboratorios Virtuales

En cuanto a laboratorios virtuales (LV), Sanz & Martínez (2005) en su artículo: **El uso de los laboratorios virtuales en la asignatura Bioquímica como alternativa para la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación**, hicieron un análisis de la aplicación de LV en diferentes universidades en La Habana (Cuba) para determinar los alcances de estas herramientas para llevar a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje. Primeramente, hicieron una búsqueda bibliográfica de LV usados en diferentes universidades del país, como de diferentes temas relacionados con software basado en imágenes y procesos con un fin determinado, luego hicieron una revisión teórica del tema de interés y por último la construcción de un LV para la enseñanza de bioquímica.

De acuerdo con los resultados de los autores, se evidencio que el uso de las TIC puede beneficiar y propiciar un ambiente escolar y de educación superior, ya que puede servir como base de lo que sería un laboratorio práctico, que algunas veces por cuestiones de espacio o de funcionamiento no están disponibles para los estudiantes, por lo que finalmente pueden optar por estas alternativas para profundizar temas relacionados con las ciencias, además que muchas universidades han empezado a promover programas de manera virtual o a distancia, por lo que los LV sirven como una alternativa de enseñanza de temas de pregrado, postgrado y de diferentes cursos que puedan estar en instituciones de educación superior. Además, que las instituciones pueden requerir de experimentos en el abordaje de alguna temática para llegar a una aproximación de los conceptos y de los procesos de investigación de lo que sería una práctica de laboratorio real o presencial.

Al igual que, Acosta (2019) en su trabajo de grado titulado: **Implementación de un laboratorio virtual como estrategia de enseñanza de los gases ideales en la institución educativa Monseñor Alberto Reyes Fonseca de Guayabeta**, que hace una evaluación de como los laboratorios y simuladores virtuales posibilitan el desarrollo de habilidades en ciencias naturales, más específicamente en un tema de química como lo es la ley sobre los gases ideales. Tuvo como enfoque una investigación de tipo cuantitativo usando como técnica de investigación la

cuasiexperimental y como alcance el autor determino que sería descriptivo comparativo.

Ahora bien, en cuanto a los resultados de la investigación se encontró una mejoría en la parte evaluativa de química inorgánica en temas como: las leyes de los gases; en el que los estudiantes tenían más comodidad a la hora de realizar las prácticas de laboratorio, dado que al ser virtual podrían distribuir su tiempo para realizarlo en horas de clase o en su casa, permitiendo que se desarrollara su capacidad autónoma e interés hacia las ciencias naturales, mejorar sus habilidades en cuanto al uso de los recursos tecnológicos dispuestos en la institución, como los que tenían en su entorno, también, facilito la evaluación del proceso individual de cada estudiante por parte del maestro a cargo.

Posteriormente, el autor expone en los resultados que los estudiantes demostraron un interés evidente por el uso de estas herramientas tecnológicas como lo eran los laboratorios o simuladores virtuales, que de una u otra manera podrían reforzar la temática, ya que tenían la posibilidad de repetirla las veces que quisieran y así obtener mejores resultados. Además, de poder contrastar con las hipótesis ya planteadas y que obtuvieran mejores resultados al finalizar la asignatura. También, los recursos de la institución se vieron beneficiados ya que el uso de reactivos se disminuyó y la probabilidad de accidentalidad con reactivos que tuvieran mucho tiempo sin uso se disminuyó en gran parte, por otro lado, la contaminación por parte de estos reactivos que muchas veces terminan en los desagües o cañerías de las instituciones que perjudican finalmente el ambiente, se disminuyeron con estas estrategias.

Ahora bien, Fiad y Galarza (2015) en su trabajo titulado: **El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol**, establecieron como propósito evaluar la implementación del laboratorio virtual de química general en el aprendizaje sobre cantidades atómico-moleculares, identificando el concepto de mol para lo cual usaron un diseño experimental. Como resultado los estudiantes que ingresaron en el año 2014 (población elegida por las autoras) que habían sido divididos en dos grupos (GC Y GE) en el caso de los estudiantes (GE) el 90% contesto correctamente el item destinado para el tema de cantidades atómico-moleculares, mientras que el GC solo el 45% de los estudiantes respondieron asertivamente.

A manera de conclusión, las autoras resaltan el uso de herramientas como lo son ChemLab para la enseñanza de la química de forma remota, ya que en los resultados se evidencio un aumento en el interés por aprender los conceptos

tratados durante la temática y una apropiación de las ciencias que dieron resultados positivos durante su evaluación, por lo que reiteran que el uso de este tipo de estrategias en la enseñanza de las ciencias puede potenciar el aprendizaje de diferentes temas, además que para los estudiantes pueden resultar innovadoras para hacer la observación de fenómenos que pueden ser tratados de forma remota.

Finalmente, lo anteriormente dicho aporta a la investigación una mirada de lo que se ha realizado en campos relacionados con las ciencias y como este tipo de medios virtuales se ha convertido en una necesidad a la hora de enseñar temas que pueden ser complejos, al igual que la importancia de la formación en uso de herramientas tecnológicas que los maestros puedan usar. Así como también, permiten tener una visión de las alternativas que se han ido utilizando en el aula y más ahora en tiempos de contingencia, donde la virtualidad se ha convertido en un medio para la enseñanza en la escuela desde equipos remotos.

Planteamiento del problema

Ante una pandemia causada por una enfermedad, la humanidad tuvo que aislarse y con ello la vida como se estaba viviendo cambio. La forma de enseñar tuvo que tomar alternativas en donde no hubiera presencialidad ni contacto con otras personas y se empezó a enseñar desde la virtualidad, haciendo uso de plataformas virtuales a las que no se estaba acostumbrado, surgieron nuevas formas de entender lo que sucedía en el mundo y como se afrontaba la nueva realidad. El uso de tapabocas, alcohol, gel anti-bacterial y distancia mínima de dos metros entre cada persona para así tratar de controlar el contagio de COVID-19, se convirtieron en hábito diario desde adultos mayores hasta niños.

Entonces, como la forma en la que se estaba enseñando cambio, surgió la interrogante en cuanto a la enseñanza de la Biología y en particular de la microbiología ¿Cómo abordar temáticas relacionadas con la microbiología, a partir de los acontecimientos actuales en la pandemia desde la virtualidad? Teniendo en cuenta, que se han implementado nuevos hábitos como el aislamiento, que ha provocado que la forma en la que se enseña las ciencias haya cambiado; como en el caso de las prácticas de laboratorio que han tenido que convertirse en laboratorios caseros o simplemente no hacerlos y buscar otra manera de enseñar la microbiología, mientras que poco se ha hablado de los alcances que podrían tener los laboratorios remotos o laboratorios virtuales en la enseñanza.

Además, que no solo la virtualidad ha sido un limitante a la hora de hacer prácticas de laboratorio, también hay instituciones que no cuentan con los recursos para destinar un espacio físico en el que se realicen dichas prácticas que permita la experimentación e investigación con los estudiantes. La existencia de espacios destinados para las prácticas de laboratorio tiene importancia desde la experiencia para el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes, sin embargo cuando la institución no cuenta con los espacios propicios como el de laboratorio o con los recursos para reactivos, microscopios y demás implementos se hace muy difícil el que los estudiantes tengan un acercamiento al aprendizaje experimental, entonces qué alternativa podría proponerse para que los estudiantes puedan tener un acercamiento al campo científico y en particular a temáticas relacionadas con la microbiología.

Si bien, la humanidad ha pasado por cambios durante toda su historia, como lo es el estudio de la microbiología que ha tenido una gran importancia en cuanto a la diversidad de microorganismos presentes en casi todos los ambientes, incluyendo ambientes extremos, también han sido estudiados para poder conocer sus

características y darles provecho en diferentes áreas del conocimiento como lo es la industria, en el área farmacéutica, en el campo de la medicina, entre otros.

Por lo tanto, los maestros de biología podrían relacionar los acontecimientos actuales para que los estudiantes puedan tener un panorama amplio de la aplicación de los microorganismos y entender sus diferentes usos sin tener un espacio físico para realizar una práctica de laboratorio. Por lo que, ahora con la virtualidad hay muchas herramientas y plataformas tecnológicas que son de libre uso, con las que los estudiantes podrían interactuar y aprender de temas que en la enseñanza tradicional y sin la experimentación pueden llegar a ser complejas. En ese sentido, el maestro debe contar con el conocimiento en uso de las TIC, para que pueda innovar haciendo uso de dichas herramientas que le permitan enseñar desde la presencialidad y ahora desde la virtualidad.

Además, dentro de la formación de maestros, ha surgido la necesidad de formar en conocimientos acerca de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como lo menciona el Ministerio de Educación Nacional (2008) en su guía titulada *ser competente en tecnología*, afirma que “en las instituciones educativas, por ejemplo, la informática ha ganado terreno como área del conocimiento y se ha constituido en una oportunidad para el mejoramiento de los procesos pedagógicos” (p. 9). En ese sentido, (Abadía, 2020) afirma que según el 48% de rectores de instituciones públicas del país, consideran que algunos maestros no cuentan con los conocimientos o las habilidades técnicas o didácticas para hacer uso de plataformas digitales o manifiestan no estar relacionados con las tecnologías y medios digitales.

Por lo anteriormente mencionado, la presencia de la tecnología en la escuela ha ido en aumento, aún más en medio de una pandemia en la que muchas instituciones educativas desempeñan todas sus labores administrativas y de enseñanza desde la virtualidad, entonces existe una necesidad en la formación de maestros y en particular de licenciados en biología que les permita adoptar alternativas tecnológicas que posibiliten la enseñanza. Sin embargo, algunos maestros en su quehacer desde la virtualidad ya han empezado utilizar estrategias didácticas como el uso de juegos, uso de material audiovisual (imágenes, videos, documentales, entre otros), plataformas como Moodle e incluso algunos con programas tales como JClic (para la creación de actividades).

Sin embargo, si se enseña la microbiología de manera tradicional como una transmisión de conocimientos del maestro al estudiante, esto podría limitar la enseñanza y la motivación de que los estudiantes puedan tener hacia las ciencias,

en tanto que se deja de lado aspectos como la autonomía para poder establecer nuevas preguntas, la capacidad para que desarrollen sus propias hipótesis y la formulación de nuevas ideas que puedan llevarlos a querer investigar. Cuando un maestro solo enseña un conocimiento teórico y limita la capacidad de los estudiantes, no solo muy seguramente los estudiantes no le comprendan, sino que su motivación por las ciencias ira disminuyendo, viendo las ciencias como algo inalcanzable que solo los maestros pueden aprender, en este punto la educación sería un asunto perdido como lo asegura (Zuleta, 1995 p.12).

Entonces, para la enseñanza de temáticas relacionadas con la microbiología que van ligadas a la observación, experimentación y el desarrollo de pensamiento crítico e investigativo en los estudiantes, surgen las preguntas: ¿Cómo se ha ido enseñando las temáticas relacionadas con microbiología en la escuela? Y ¿Cómo motivar a los a estudiantes a aprender ciencias? Por lo tanto, la motivación es importante porque como lo aseguran Retelsdorf, Köller, & Möller (2010, como se citó en ICFES, 2019) “Diferentes estudios afirman que la motivación tiene efectos positivos y significativos sobre el desempeño académico, incluso cuando se controla o se elimina la influencia de las características socioeconómicas del estudiante”(p. 46) Por lo que, el maestro debe abordar las diferentes temáticas haciendo uso de herramientas y estrategias didácticas enfocadas en la población y en el contexto específicos de los estudiantes, que posibiliten la enseñanza de la biología con el fin de que estos se sientan atraídos y motivados a aprender más sobre las ciencias.

Finalmente, de acuerdo a todos los aspectos mencionados existe una necesidad en crear espacios donde se motive al estudiante a querer aprender ciencias, donde pueda darse una experiencia en cuanto a la experimentación que ayude en los procesos de comprensión de los fenómenos de la naturaleza, además de una formación de los maestros en el uso de las TIC y aprovechamiento de sus posibilidades en cuanto a uso de aplicaciones, programas, páginas web, material multimedia, juegos, etc., y la capacidad de proponer estrategias didácticas que vayan orientadas al aprendizaje de las ciencias. Por lo tanto, desde lo anterior surge como pregunta problematizadora de investigación:

¿Qué aspectos de la revisión documental pueden aportar al diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de la microbiología con estudiantes de educación secundaria?

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar una revisión documental, que contribuya al diseño de una estrategia didáctica, en la que se haga uso de laboratorios virtuales de fácil acceso, para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología en estudiantes de básica secundaria.

Objetivos específicos

- Identificar los referentes bibliográficos relacionados con la enseñanza de la microbiología a partir de laboratorios virtuales.
- Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología haciendo uso de laboratorios virtuales.
- Validar la estrategia didáctica a partir de la postura de expertos docentes y docentes egresados de la Licenciatura en Biología.

Marco teórico

En la propuesta propiamente dicha se proponen una serie de conceptos que ponen en discusión diferentes autores, que tratan aspectos claves para la realización de este trabajo, tales como: Ministerio de Educación Nacional, Didáctica de las ciencias, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y Virtualidad.

En primer lugar, es preciso que la educación no esté orientada solo para que el estudiante entienda un tema en concreto de forma tradicional, sino que pueda desarrollar esquemas mentales, indagar sobre sus inquietudes, desarrollar su pensamiento crítico y su capacidad de proponer nuevas hipótesis que le hagan sentir parte del proceso de enseñanza y no que el maestro sea solo un transmisor de conocimientos de alguien que “sabe” a alguien que “no sabe”, ya que cuando se limita las oportunidades y las posibilidades de que el estudiante pueda tener esa libertad de apropiarse de su propia formación, la educación es un asunto perdido. (Zuleta, 1995 p.12). Además, se hace imperioso que durante el proceso de enseñanza se planteen las interrogantes ¿qué? ¿cómo? y ¿para qué enseñar?, ya que es importante que el maestro reflexione sobre su rol en la enseñanza de las ciencias y pueda plantear alternativas que motiven y posibiliten la construcción de conocimiento en el aula y fuera de ella.

Ministerio de Educación Nacional (MEN)

Es por lo anterior que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016, p.146-173) le hace un llamado al Ministerio de Educación Nacional para el mejoramiento de los resultados de las competencias educativas, ya que como lo dice en su libro:

“A pesar de que se han realizado avances importantes, aún se evidencian brechas significativas en el acceso y la calidad de la educación: el índice de niños que no estudian es alto, y las evaluaciones nacionales e internacionales indican que los estudiantes colombianos no reciben una educación de la misma calidad que sus pares en los demás países miembros de la OCDE”. (p. 147)

Es por esto, que es importante replantearse desde las competencias básicas de enseñanza propuestas por el MEN, las dificultades que existen dentro de la

enseñanza-aprendizaje de las ciencias, teniendo en cuenta la manera en la que se ha ido enseñando y así, empezar a proponer alternativas que permitan una educación de calidad y que sea significativa para los estudiantes, por lo que se requiere cambios a nivel político y en la práctica (OCDE, 2016).

Además, desde el análisis de la educación en Colombia realizado por la OCDE, también se prima la formación de maestros con habilidades y capacidades para la enseñanza en el mundo actual, de manera que el uso de tecnologías y estrategias innovadoras en el aula de clase puedan ser usadas como herramientas que posibiliten un aprendizaje significativo como lo define Rodríguez (2011):

En suma, es una teoría que se ocupa del proceso de construcción de significados por parte de quien aprende, que se constituye como el eje esencial de la enseñanza, dando cuenta de todo aquello que un docente debe contemplar en su tarea de enseñar si lo que pretende es la significatividad de lo que su alumnado aprende. Su finalidad es aportar todo aquello que garantice la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece a los estudiantes, de manera que éstos puedan atribuirle significado a esos contenidos. (p. 35)

Igualmente, el reconocimiento por medio de incentivos a maestros, estudiantes y a las instituciones educativas del país, deben ir orientadas hacia el mejoramiento de las condiciones actuales, haciendo que los recursos puedan ser aprovechados en igualdad de condiciones y haya una mayor estructuración de los recursos en lugares donde no se cuenta con las condiciones mínimas para la construcción de escenarios de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, la falta de recursos en las instituciones educativas del país ha tenido un impacto en las competencias y pruebas PISA, como lo menciona (OCDE, 2013 como se citó en OCDE, 2016):

Existe información limitada a nivel de los centros educativos acerca de la disponibilidad y las condiciones de las instalaciones educativas, pero los datos internos reportados por los directivos docentes durante las pruebas PISA 2012 sugieren que la carencia de infraestructura educativa dificulta la enseñanza. (p. 148)

Así pues, las instituciones educativas del país en algunas regiones no cuentan con los recursos ni con los espacios básicos como bebederos, agua potable y sanitarios; como también los espacios destinados para llevar a cabo prácticas deportivas, de esparcimiento cultural o de laboratorios que puedan ser usados como escenarios para la construcción del conocimiento científico por parte de

maestros y estudiantes. Esto, debido a la baja inversión de recursos en infraestructura en instituciones públicas y privadas en Colombia comparadas con otros países que hacen parte de la OCDE como en el caso de México y Brasil.

Por otro lado, para el mejoramiento de la calidad educativa se propone que las instituciones educativas tengan en cuenta qué es lo que deben saber los estudiantes en las diferentes etapas de su vida, como las estrategias encaminadas a cumplir esas metas. Asimismo, tener en cuenta las necesidades de cada estudiante y hacer uso de estrategias que permitan a los estudiantes que están en riesgo de quedar en un nivel diferente en comparación con sus compañeros, adaptarse a nuevas formas de enseñanza-aprendizaje y que los maestros tengan el tiempo suficiente para poder implementar estas nuevas estrategias para satisfacer las necesidades de los estudiantes (OCDE, 2016).

Ahora bien, en cuanto a los Estándares Básicos de Competencias (EBC) se han venido formulando desde el año 2002 como herramientas que constituyan la práctica pedagógica, la investigación educativa y científica, las prácticas innovadoras, los temas relevantes y de calidad, el seguimiento de procesos evaluativos y de competencias basados en los estándares básicos aplicados en otros países y los lineamientos curriculares para las diferentes áreas que hacen parte de las ciencias naturales. Además, desde la Ley 115 del año 1994 en el artículo 77, se estableció que las instituciones educativas del país crearan el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de manera que tengan la autonomía de organizar y estructurar las asignaturas necesarias, como optativas, la metodología de enseñanza, planes de estudio con objetivos y temas específicos por cada nivel, así como, tiempos y áreas, lineamientos evaluativos y según el contexto y necesidades particulares de la población, basados en los lineamientos básicos del MEN. (Ministerio de Educación Nacional, 2006)

En cuanto a los EBC, el MEN los define como: Criterios claros y públicos que permiten juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad (MEN, 2006). Por lo que los estándares básicos surgen a partir de lineamientos establecidos por el MEN y a su vez, cumplen función como herramienta que guía a los maestros, estudiantes, e instituciones en todos los niveles de escolaridad, haciendo que cumplan con los requerimientos básicos en comparación con otros países que compiten en conjunto en las pruebas estado. Igualmente, los EBC en ciencias naturales sirven como una guía para los maestros en ciencias, que permite dar una ruta de evaluación con las temáticas que han sido establecidas desde los lineamientos curriculares.

En ese sentido, han surgido alternativas para la enseñanza de las ciencias con el uso de programas, paginas interactivas, videoblogs, blogs, entre otros, haciendo uso de la tecnología que muchas veces los maestros desconocen, es por esta razón que desde el MEN se han establecido guías para la enseñanza de ciencias, haciendo uso de la tecnología como alternativa innovadora que se adapte a las necesidades y problemáticas existentes en el contexto de los estudiantes y a su vez sirva como mediadora para la enseñanza de temas complejos de diferentes áreas, pero más específicamente en el área de biología dentro del componente de microbiología, teniendo en cuenta el objetivo de formar con las dinámicas actuales y para el futuro (MEN, 2008).

También, la tecnología ha tenido un gran impacto a nivel educativo haciendo parte de una interdisciplinaria, en la que se pretende identificar problemáticas comunes en la enseñanza tradicional, diseñar y proponer modelos didácticos que posibiliten el aprendizaje significativo.

Ahora bien, con lo que pasa en el mundo actualmente se ha vuelto común el uso de computadores y demás, para acceder a clases de manera remota, por lo que la tecnología ha empezado a ser un tema debatido en diferentes áreas de conocimiento, por las implicaciones que ha ido teniendo en estudiantes y maestros a nivel global, por otra parte, se resalta que los artefactos o aparatos electrónicos como computadores, tabletas y celulares no son la definición de lo que sería tecnología aunque hacen parte, la tecnología está dentro de un conjunto de características que involucran el pensamiento crítico, científico, la necesidad humana de resolver problemas, satisfacer necesidades a nivel social e individual y la variedad de utilidades que se le da a los recursos y conocimientos. Por tanto, se dice que son propios de un grupo de personas de manera que no está desligada de la cultura, ni de la sociedad y está en constante cambio, adaptándose a diferentes generaciones y necesidades del contexto. (MEN, 2008).

De este modo, en el año 2016 surgen los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en los que se destaca el uso de estrategias innovadoras desde la tecnología, ya que se reitera su relación con las ciencias y la importancia de que los maestros hagan uso de nuevas metodologías para la enseñanza teniendo en cuenta los EBC. Sin embargo, los DBA asumen una postura en la que se le da relevancia a los EBC, pero se expone la dificultad que tienen en un país como Colombia, en el que los estudiantes muchas veces deben cambiarse de lugar o región de origen y hacer el proceso de reintegro a la educación pública y privada, si bien esta establecido como derecho, se presenta como dificultad por la propia autonomía que tienen las instituciones en la construcción de sus propias metodologías de

enseñanza y los PEI, por lo que muchas veces se presenta un desbalance en la educación, razón por la cual se establecen los DBA que tienen como base la pregunta ¿qué enseñar?, si bien los EBC sirven como una guía de lo que deberían saber los estudiantes al culminar cierto grado, los DBA establecen lo que los estudiantes deberían aprender de forma equitativa y de calidad (MEN, 2016).

Entonces, lo que proponen los DBA es una forma de establecer la enseñanza de las ciencias con conceptos estructurantes como los define (Gagliardi. p. 31 1986, como se citó en Galfrascoli, 2017) *“un concepto cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permitiendo adquirir nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conocimientos anteriores”* que posibiliten una integración de la enseñanza de las ciencias, de manera que pueda fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de forma más equitativa y haya mayor aplicabilidad de los currículos educativos (MEN, 2016).

Dichos conceptos estructurantes, deben ir ligados a estrategias didácticas que posibiliten la enseñanza en tiempos como en los que actualmente el mundo vive, como lo es en medio de una pandemia en el que las clases virtuales o remotas se han convertido parte de cada día, en las que se enseña el componente de microbiología, pero algunas veces no se hace uso de TPL ni de Laboratorios Virtuales (LV) por la falta de presencialidad o la falta de conocimientos de estrategias y metodologías innovadoras por parte de los maestros. Es por lo anterior, que desde este trabajo de grado se tomara el MEN como la guía de enseñanza para maestros en ciencias de temáticas establecidas a partir de los lineamientos curriculares, que establecen los EBC y a su vez los DBA, teniendo en cuenta la necesidad de analizar las estrategias didácticas para la enseñanza de la microbiología y el uso de LV en clases virtuales.

Didáctica

La pedagogía y la didáctica han tenido una estrecha relación durante años, en las que se han tratado de establecer los principales retos de la educación que posibiliten la enseñanza-aprendizaje de temas que conciernen diversas áreas de estudio, desde las ciencias sociales hasta las ciencias naturales en las que autores han divulgado sus estudios para su aplicabilidad en la educación, lo cual ha permitido establecer unos modelos pedagógicos que le brindan al maestro herramientas y diferentes posturas que puedan ser adecuadas a un contexto determinado, con necesidades específicas. De igual manera, teniendo en cuenta unos conocimientos que posee el maestro surgen interrogantes para su

enseñanza como lo son: ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Para qué enseñar? Teniendo en cuenta que el maestro debe poseer un conocimiento propio que debe estar en constante construcción y reflexión acerca de las prácticas y diferentes escenarios que puedan darse en el aula de clase, para ello el maestro debe tener en cuenta el contexto y las necesidades que los estudiantes puedan tener a la hora de abordar dichos conocimientos y es allí donde entra la didáctica hacer parte fundamental como ciencia social.

Sin embargo, para la realización de este trabajo será necesario abordar las temáticas de didáctica, didáctica de las ciencias y estrategia didáctica, pero antes es preciso hablar acerca del concepto didáctica, aunque ha sido definido por muchos autores y si bien tiene una relación con la pedagogía, la didáctica tiene su propio campo de acción y de estudio por lo que a la hora de definirlo no es tan sencillo, por lo que se empezará a tomar la definición desde el concepto *diaktiké* establecido por los griegos, entendido como el arte de enseñar como lo menciona (Zabalza, 2007 como se citó en Abreu et al., 2017)

En su etimología griega, la idea de Didáctica estuvo vinculada a muy diversos significados: la didáctica como el acto de enseñar; el didacta como instructor cualificado para enseñar; los manuales y métodos de enseñanza como recursos didácticos; las escuelas como instituciones especializadas en la didáctica; el proceso de aprendizaje como actividad central del aprendiz y propósito esencial de la actuación didáctica. (p.6)

Mientras, que el alemán Wolfgang Ratke en el año 1929 toma el concepto y termina haciendo un libro llamado “Principales Aforismos Didácticos” que luego termino siendo tomado y desarrollado por Juan Amós Comenio el cual estableció un tratado denominado “Didáctica Magna”, quien definió la didáctica como el medio por el cual se da la enseñanza para todos, sin que se convierta en un proceso tedioso para el maestro y el alumno. Afirma que, de una u otra manera se va a obtener un aprendizaje, en el que también, pueda darse de forma ágil, con rapidez y “...enseñar con solidez, no superficialmente, no con meras palabras, sino encaminando al discípulo a las verdaderas, a las suaves costumbres” (Sánchez, 2012 como se citó en Abreu et al., 2017).

Asimismo, Abreu et al. (2017) ratifica la importancia e interés de la didáctica como una ciencia dado que está en constante estudio de acuerdo con los cambios que se han venido dando en el mundo:

...Está vinculado con la complejidad del mundo, con la necesidad de formación del talento humano para garantizar el desarrollo, con la aparición de nuevos problemas y conflictos y la persistencia de otros, con el insistente reclamo del derecho a la educación y la proximidad a la sociedad del conocimiento... (p. 7)

Por lo que, la didáctica se ha venido adaptando a las problemáticas y nuevos retos en la educación, como lo es la virtualidad, si bien algunos alumnos tienen clases presenciales, semipresenciales, con alternancia o desde la virtualidad. Se pone en reflexión, de cómo poder enseñar ciertas temáticas a través de una pantalla de computador o del celular y tratar de que las clases no sean solo una transmisión de conocimientos a través de estos dispositivos, sino que pueda moldearse y construirse con bases didácticas que finalmente posibiliten la enseñanza aprendizaje de temas complejos.

Ahora bien, Camilloni, Cols y Feeney (2007) plantean que la didáctica estudia la acción pedagógica, por lo que todos los aspectos en la práctica de enseñar es estudiada, discutida, analizada y pensada para la construcción de propuestas que ayuden a solucionar problemáticas educativas. Muchas veces se hacen interrogantes de ¿Qué enseñar? ¿Cómo enseñar? ¿Para qué enseñar? ¿Qué elementos usar para la enseñanza? ¿Cómo potenciar la enseñanza a mediano y largo plazo? ¿Cómo asegurar una educación de calidad para todos y todas? ¿Cómo abordar problemáticas del contexto educativo? ¿Cómo innovar en el aula de manera que se incentive el interés hacia la enseñanza-aprendizaje de un tema en concreto? ¿Cómo asegurar que los estudiantes aprendan lo más esencial y le den un significado?, son interrogantes que en gran parte involucran a la didáctica.

Por lo anterior, la didáctica se ha establecido como una ciencia social por su campo tan amplio de estudio, involucrando factores del contexto de los estudiantes y de los maestros; que a su vez tienen un papel esencial en el proceso, por lo que es necesario replantearse la enseñanza, la metodología, herramientas y estrategias que se involucran en el aula, así como lo mencionan Camilloni et al. (2007) en su libro “el saber didáctico”:

...Porque pensamos que siempre se puede enseñar mejor, que es necesario revisar permanentemente los currículos; porque es necesario seleccionar y usar bien las estrategias de enseñanza y crear nuevas maneras de enseñar y de evaluar; porque tenemos el compromiso de lograr que todos los alumnos aprendan y construyan toda clase de saberes que les son indispensables en su vida

personal, en sus relaciones sociales, como ciudadanos y como trabajadores; porque para fundamentar seriamente las decisiones y las prácticas pedagógicas es necesario integrar los aportes de diferentes disciplinas así como realizar investigaciones en el campo específico de la enseñanza; y porque la reflexión debe acompañar sistemáticamente todas las tareas relacionadas con la acción de enseñar, es que afirmamos que es necesario contar con una teoría didáctica madura, seria, rigurosa y dinámica. (p. 21)

Entonces, la didáctica es una ciencia social que está en constante estudio por parte de los maestros, que están en reflexión de su quehacer y del proceso de enseñanza-aprendizaje que se va dando a partir de las relaciones del contexto con los estudiantes, la sociedad y la cultura. Es por lo que la didáctica ha sido estudiada desde diferentes áreas de estudio y ha llegado a ser compleja en cuanto a su definición, sin embargo, algo claro dentro de la didáctica es la investigación educativa con miras de mejorar los resultados de los estudiantes. de los maestros y que sus principios puedan articularse en currículos que logren adaptarse a diferentes lugares y se asegure de que la enseñanza pueda estar dada para todos los estudiantes.

Por lo anterior, Runge (2013) establece que la didáctica se podría definir como la disciplina que estudia las reflexiones que surgen a partir de la enseñanza que dotan al maestro de un conocimiento científico y formativo, de manera que la didáctica le permite al maestro hacerse preguntas acerca del contexto y sus variaciones a nivel social para enseñar un tema abordando las diferentes necesidades y problemáticas de la enseñanza de la mano de estrategias que posibiliten alternativas que mejor se adapten a la población.

Ya que como lo menciona Comenio (como se citó en Runge, 2013) la didáctica es necesaria ya que le permite al maestro de manera amplia considerar los diferentes “grados” o etapas por los que pasa el estudiante (referente a su crecimiento, desarrollo y formación) y los temas o contenidos del currículo pertinentes para cada momento. La didáctica le permite entonces al maestro enseñar de una manera más adecuada teniendo en cuenta las necesidades y problemáticas que puedan surgir en la enseñanza de manera que, para los estudiantes sea más sencillo entender y reflexionar acerca del tema visto y su interés se vea reflejado en la necesidad propia de indagar más.

En resumen, la didáctica para esta investigación será tomada como la define Camilloni et al. (2007) en el capítulo: *Justificación de la Didáctica* de su libro El

saber Didáctico, como la ciencia que estudia la enseñanza, a partir de todos los elementos sociales que puedan estar involucrados y la investigación educativa partiendo de los currículos que puedan ser modificados para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, así que será entendida como la transposición didáctica de temas complejos y conocimiento del maestro para ser llevados a un contexto educativo teniendo en cuenta los acontecimientos y problemáticas actuales, de manera que puedan ser entendidos por los estudiantes de forma más simple y tenga un sentido para ellos, haciendo uso de alternativas, herramientas y estrategias, que puedan resultar en una reflexión constante de la enseñanza.

Didáctica de las Ciencias

La didáctica de las ciencias como didáctica específica ha pasado por variedad de discusiones a nivel académico, por lo que se ha llegado a posicionar aparte de la didáctica general, si bien la didáctica general como se habló anteriormente estudia los aspectos sociales que hacen parte de la educación, del contexto en particular de los estudiantes y de los maestros, también es la que se encarga de estudiar aspectos como la manera en la que se ha venido enseñando y cómo debería enseñarse, sin embargo, la didáctica específica estudia la enseñanza desde su especificidad, en este caso las ciencias, es decir que la didáctica específica tiene cierta parte de la didáctica general, pero se diferencia porque tiene su propio campo de estudio Camilloni, A. et al (2007), como lo sería la didáctica de las ciencias naturales que a su vez puede tener didácticas específicas como por ejemplo: de la enseñanza de la microbiología, la didáctica de la enseñanza de la de botánica, la didáctica para la enseñanza sobre entomología, la didáctica para la enseñanza de la fisiología y anatomía, entre muchas otras que se derivan de esta, pero que tienen su propio campo específico de estudio, a su vez la didáctica de las ciencias ha sido establecida como una disciplina independiente de la didáctica general, como lo mencionan algunos autores como Adúriz-Bravo (1999).

Tabla 1

Discusión de la diferencia entre didáctica general, didácticas específicas y didáctica de las ciencias.

Formas de entender la didáctica	Características	Campo de estudio
Didáctica general	La didáctica general tiene como característica describir, explicar, fundamentar y establecer criterios para los maestros.	El contexto, la sociedad, la cultura y las prácticas de enseñanza.
Didáctica específica	La didáctica específica tiene como característica “la delimitación de regiones particulares del mundo de la enseñanza. Los criterios de diferenciación de estas regiones son variados, dada la multiplicidad de parámetros que se pueden aplicar para diferenciar entre clases de situaciones de enseñanza.” (p.23-24) Camilloni, a. et al (2007).	El contexto: edad específica, área específica, la educación, la enseñanza-aprendizaje de un campo específico de estudio.
Didáctica de las ciencias	La didáctica de las ciencias tiene como característica estudiar los elementos involucrados en la educación en ciencias en diferentes niveles de escolaridad, edad, tipos de formación, entre otros. Tienen en cuenta la especificidad del contexto.	¿Cómo se enseñan las ciencias? y ¿Cómo se aprenden las ciencias? Desde la Pedagogía, la sociología, la sociolingüística y las ciencias de la comunicación, es decir, desde diferentes ramas que a su vez se relacionan para construir el campo de estudio propio de la didáctica de las ciencias. Sanmartí (2002)

Nota: Adaptación propia.

Si bien la didáctica de las ciencias se ha establecido como una disciplina nueva que lleva aproximadamente 40 años en discusión por varios autores, el estudio ha sido diferenciado de otras didácticas por su campo en particular en la enseñanza que la clasifican como disciplina independiente (Sanmartí, 2002), así mismo ha sido definida desde distintas miradas que han hecho difícil tener una única definición en el campo de la didáctica, ya que autores como Adúriz-Bravo (1999); Gil y Carrascosa (2000); Zabalza (2000); Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002);

Sanmartí (2002); Caballero y Recio (2007) y otros, la han definido desde diferentes miradas que se irán mencionando a lo largo de este trabajo investigativo.

Ahora bien, desde una mirada histórica la didáctica de las ciencias se había discutido superficialmente desde inicios de la década de los años 50, quizás por falta de demanda de esta disciplina, sin embargo, desde la década de los 80 empieza a tomar un sentido que llama la atención desde varias áreas del conocimiento como lo sería la didáctica de las matemáticas, como lo menciona Arrieta Gallástegui (1989, como se citó en Adúriz-Bravo, 1999) quien afirma que la poca estructuración de la disciplina era debido al poco interés por indagar en un conocimiento científico y tecnológico.

Entonces, la didáctica de las ciencias empieza a tomar fuerza desde el contexto anglosajón desde Estados Unidos, por la preocupación de estar atrasados en el conocimiento tecnológico y científico en comparación con la Unión Soviética, hablando de principios de la década de los 60 y 70 (Adúriz-Bravo, 1999, p. 4). Se inician una serie de planes para solventar la preocupación por parte del mundo anglosajón en los que entra hacer parte la psicología del aprendizaje, que en un principio se apoyó en conocimientos científicos de áreas contiguas, que en su afán de intervenir en el aula de clases, no le dio tanta importancia al conocimiento básico y fue descrita como una didáctica de las ciencias tecnológicas (Adúriz-Bravo, 1999).

Por lo anterior, años después en la década de los 70 empiezan a ser reconocidos los investigadores de las didácticas de las ciencias como un grupo independiente, por lo tanto, empiezan a replantearse problemáticas específicas y logran separarse de otras disciplinas. Empezando por los estudios de la enseñanza de la física y empiezan a tener un papel importante ya a nivel universitario, sin embargo, se mantienen distanciados por otras corrientes investigativas en relación a los estudios científicos que trataron de tomar la base teórica (Lamb, 1976 como se citó en Adúriz-Bravo, 1999).

Años más tarde, a comienzos de la década de los 80 se empieza a debatir sobre la cohesión de las teorías planteadas hasta este punto, por lo que varias corrientes empiezan a estudiar la posibilidad de converger en un futuro, teniendo en cuenta las problemáticas comunes alrededor de la didáctica de las ciencias. Si bien, en el debate se establece el constructivismo como base teórica para las investigaciones realizadas hasta ese punto, (Izquierdo, 1990; Moreira y Calvo, 1993 como se citó en Adúriz-Bravo, 1999) este empieza a constituirse como un modelo teórico

mucho más sólido y con la posibilidad de transformar a la didáctica en el camino como un paradigma (Adúriz-Bravo, 1999).

Posteriormente, en la década de los 90 aparece el primer manual universitario acerca de la didáctica de las ciencias planteado por Joshua y Dupin (1993, como se citó en Adúriz-Bravo, 1999) quienes establecieron que la didáctica para este punto, había pasado por bastantes estudios y debates desde diferentes corrientes investigativas y científicas, por lo que se podía proponer un modelo teórico sólido para que pudiera ser enseñado y poder mantenerlo como una disciplina, teniendo así un discurso bien constituido y una serie de publicaciones, tratados y producción de materiales publicables que facilitarían su aplicabilidad en futuros estudios relacionados con la didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo, 1999; Adúriz Bravo e Izquierdo, 2002).

Tabla 2. *Resumen epistemológico de la didáctica de las ciencias organizado en cinco etapas tomado y adaptado de Adúriz-Bravo (1999)*

Etapas	Referentes epistemológicos	Referentes psicopedagógicos	Metodología de la investigación empírica
Adisciplinar 1880-1955	Variados (positivismo lógico)	Variados (pedagogía activa)	No hay investigación empírica
Tecnológica 1955-1970	Positivismo lógico	Neoconductismos, teoría de la instrucción de Bruner	Investigación Evaluativa (cuantitativa), no hay investigación básica
Protodisciplinar 1970- 1980	(Casi no tiene, se cita a Kuhn)	Modelos de Piaget y de Ausubel	Cuantitativa y cualitativa; centrada en el aprendizaje
Emergente 1980-1990	Epistemologías pstkuhnianas	Modelos cognitivos y constructivistas	Mayormente cualitativa; investigación sobre enseñanza, aprendizaje y contenidos
Consolidada 1990	Epistemologías actuales; epistemología escolar	Modelos constructivistas	Casi exclusivamente cualitativa; paradigma metodológico constructivista

Por otro lado, Gil y Carrascosa (2000) plantean lo que serían “estados de emergencia” en la didáctica de las ciencias, en la que exponen diferentes problemáticas en cuanto a la investigación en la disciplina, que van ligadas a la falta de respuesta inmediata o de estudios oportunos, por lo que se hacen lugar

como áreas de conocimiento que desafortunadamente no son aceptadas de forma eficaz. Además, que como lo afirma Gil y Carrascosa (2000):

Es preciso tener en cuenta unas tradiciones docentes (y sociales) muy enraizadas que consideran la enseñanza como una tarea simple, para la que basta conocer la materia, tener alguna práctica docente y, a lo sumo, adquirir algunos conocimientos “pedagógicos” de carácter general (p.3).

Por lo que es necesario que los maestros tengan con un conocimiento no solo académico, sino que, puedan contar con las estrategias didácticas para enseñar en el aula de clases, que el maestro sea investigador en su quehacer y motive a los estudiantes a interesarse por las ciencias, más teniendo en cuenta los temas relacionados con la microbiología que pueden llegar a ser complejos, por lo que no se trata solo de enseñar de forma tradicional, sino que pueda hacerse una verdadera trasposición didáctica de un tema en concreto y pueda ser comprendido por los estudiantes. Además, como lo menciona (Yager y Penick, 1973; Porlán y Martín, 1994, como se citó en Gil y Carrascosa, 2000) las ciencias, aunque desde un inicio tuvo un lugar fundamental en la enseñanza de diferentes niveles de escolaridad, incluyendo la educación superior, hubo un gran rechazo hacia las ciencias que supuso varias problemáticas a la hora de abordarla, que demostraron las grandes dificultades que tenía la enseñanza, por lo tanto ante esa situación que se presentó a principios de la década de los 90 y que aún hoy en la escuela hay cierto rechazo a aprender ciencias, el maestro debería innovar en el aula de manera que haya no solo una mayor aceptación del campo científico, sino que los estudiantes se motiven aprender y hacer ciencia.

Entonces, es necesario que los maestros en ciencias tengan los conocimientos didácticos para poner en reflexión las problemáticas del contexto actual de los estudiantes y de su proceso de enseñanza-aprendizaje, como estrategias que ayuden a potenciar su motivación hacia las ciencias. Por lo tanto, el maestro no solo debe enseñar, sino debe tener la capacidad para problematizar la enseñanza, es decir, que pueda tomar las temáticas o los saberes académicos y los pueda moldear de tal manera que puedan tener un significado para sus estudiantes y a su vez hacer parte del contexto educativo en el que también está aprendiendo de sus estudiantes, a partir de la experiencia y las dinámicas que se ven involucradas en el aula de clase.

Además, cabe mencionar que la didáctica de las ciencias tiene su propio campo específico en la enseñanza, por lo cual no es igual enseñar la teoría celular que

deportes o música, si bien existen investigaciones a nivel didáctico que problematizan la enseñanza de estas áreas, son independientes de la didáctica de las ciencias. A su vez, la didáctica de las ciencias como disciplina se ha establecido diferentes interrogantes que han determinado nuevas rutas de investigación en la educación no solo en niveles de escolaridad secundaria, sino también universitario. Dentro de dichas rutas de investigación de la didáctica de las ciencias, Gil y Carrascosa (2000) mencionan la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio, relaciones ciencia / tecnología / sociedad, el papel del medio y la evaluación, que aunque hacen parte de líneas independientes de la investigación didáctica de las ciencias, tienen una relación en tanto que algunas le han ido aportando a las otras, por lo que los autores aseguran que durante la década de los 90 y principios de la década del 2000 se han hecho avances significativos, sin embargo dentro de la didáctica de las ciencias aún hay bastantes incógnitas por resolver.

Otro aspecto importante a tener en cuenta dentro de la didáctica de las ciencias es el impacto que tiene la tecnología en la investigación de diferentes problemáticas de la enseñanza como lo menciona Gil y Carrascosa (2000)

“La utilización de las nuevas tecnologías en la enseñanza está plenamente justificada si tenemos en cuenta uno de los objetivos básicos de la educación ha de ser la preparación de los adolescentes para ser ciudadanos de una sociedad plural, democrática y tecnológicamente avanzada” (p. 14).

En ese sentido, la tecnología ha sido ampliamente abordada en la didáctica de las ciencias como disciplina, en párrafos anteriores se menciona que la tecnología no solo hace referencia al uso de recursos tecnológicos en el aula de clase, sino que la tecnología abarca una serie de procesos, aprendizajes y construcción de nuevos conocimientos (MEN, 2008). Entonces, la tecnología de los computadores o sistemas informáticos no pueden reemplazar al maestro, Gil y Carrascosa (2000) mencionan que algunos medios en su afán de que en los currículos sea integrados con una “informatización” como una solución a las brechas existentes en el aprendizaje, hace que se retome la idea que la enseñanza es una labor sencilla y que, por medio de las nuevas tecnologías se puede solventar las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes como si estas herramientas fueran la respuesta definitiva a esas problemáticas.

Por lo cual, es importante resaltar que las tecnologías dentro del aula han tomado un lugar fundamental para la motivación de la enseñanza-aprendizaje en los

estudiantes por medio de la recreación de la realidad en programas informáticos que pueden ayudar en el abordaje de ciertos temas, sin embargo, se hace la claridad como lo afirman Gil y Carrascosa (2000) que la tecnología no puede ser vista como “la muerte del profesor”, porque para la implementación de estas alternativas o rutas de investigación en el aula será necesario de un guía o un maestro que haga la reflexión acerca de los alcances que puedan tener estas estrategias o herramientas teniendo en cuenta el contexto y aspectos en torno al proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

También, Caballero y Recio (2007) establecen el fin de la didáctica de las ciencias naturales como el estudio de la enseñanza y el aprendizaje de contenidos que tienen que ver con el estudio de fenómenos a nivel físico, químico y biológico que asumen un lugar en el universo, el papel del hombre y su relación con la sociedad-naturaleza (p. 2). Asimismo, mencionan algunos proyectos que se han ido poniendo en discusión durante algunos años, como lo sería “*Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)*” presentado en el año 1958 en Estados Unidos, en el que una entidad en su preocupación por los bajos niveles académicos en la enseñanza de la biología a nivel secundario, reunió a un grupo de biólogos para tratar de dar solución a las dificultades en cuanto a la enseñanza-aprendizaje, de las que resaltaron la falta de relación de lo que se enseñaba con lo que se había venido investigando en los avances tecnológicos y científicos. Esta entidad propuso lo que serían tres enfoques diferentes para el abordaje de la biología basados en el currículo, (versión verde, amarilla y azul), (Caballero y Recio, 2007).

Asimismo, en el año 1972 surgió el proyecto llamado “*Biología: una exploración en la vida*” el cual fue dirigido por la Dra. Rosa María Angulo Díaz Canel quien propuso una serie de guías para los maestros de nivel primario y guías para el desarrollo de prácticas de laboratorio en las que primaba las intervenciones prácticas en el aula basadas en los principios que enumeran Caballero y Recio (2007):

“1.La ciencia como investigación o indagación, 2. La historia de los conceptos y los descubrimientos biológicos, 3. La continuidad genética de la vida, 4. El cambio de los sistemas vivientes por medio del tiempo: la evolución, 5. Diversidad de tipos y unidad de patrón entre los organismos, 6. La regulación y la homeostasis: la preservación de la vida frente a los cambios del medio ambiente, 7. Crecimiento y desarrollo a todos los niveles, 8. La integración de la estructura y la función, 9. La integración y la interacción de

organismos y medio ambiente y 10. La base biológica de la conducta” (p.3).

Por lo anterior, las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias se han establecido como algo fundamental en los procesos de enseñanza-aprendizaje en los que los estudiantes pueden aprender a partir de su propia experiencia descubriendo y entendiendo los fenómenos de la naturaleza, mientras buscan explicación mediante la observación y otros factores determinantes que mencionan Caballero y Recio (2007)

“...El trabajo practico experimental en las ciencias naturales incluye la observación y descripción de los objetos, procesos o fenómenos, el establecimiento de hipo tesis, la planificación y realización de experimentos, la descripción de los resultados, la elaboración de esquemas, tablas y gráficos, el análisis de resultados, la redacción de conclusiones y la comunicación de los resultados y las conclusiones”

Entonces, el uso de las prácticas de laboratorio en el aula son un aspecto que no puede quedar fuera cuando se habla desde la didáctica de las ciencias naturales, por tanto, para la enseñanza de un conocimiento teórico en el aula puede haber variedad de formas para el abordaje de la Biología, con el objetivo de que haya un aprendizaje significativo en los estudiantes, sin embargo, la practica o trabajos experimentales, apoyaran el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo acerca de las ciencias. Muchos temas pueden ser abordados desde la práctica, por lo que los maestros deben contar con las herramientas y el conocimiento didáctico para que se pueda innovar en el aula de clases, de manera que el conocimiento científico no se quede únicamente en el aula de clase, sino que los estudiantes estén en un constante pensamiento científico, incluso con actividades o talleres que pueden desarrollar de manera práctica desde casa.

Dicha innovación, como lo menciona Caballero y Recio (2007) deben ir ligadas no solo con el uso de trabajos prácticos que fomenten el conocimiento científico, sino con estrategias didácticas haciendo uso de tecnologías de la información y la comunicación, que si bien pueden ser innovadoras también son maneras de potenciar el interés y motivación de los estudiantes hacia las ciencias, teniendo en cuenta que muchas instituciones no cuentan con los recursos, ni con el espacio, ni con los reactivos para poder a llevar a cabo trabajos prácticos de laboratorio. Ahora bien, la virtualidad ha sido un asunto en auge en los últimos años gracias a

lo provocado por una enfermedad pandémica como la que aún se vive por el virus SARS-CoV-2, las prácticas de laboratorio tuvieron que limitarse a ser caseras o no hacerse, por lo cual se necesita que el maestro cuente con los conocimientos académicos y logre articularlos con estrategias didácticas que se adapten a las problemáticas actuales.

Sin embargo, uno de los desafíos más grandes que poseen las instituciones educativas es la formación justamente de maestros que se sientan “familiarizados” con las nuevas tecnologías, que van avanzando a tal grado de ser una prioridad no solo a nivel social, sino, también a nivel educativo, por consiguiente, la inmersión de las temáticas abordadas en clase haciendo uso de estas, se hace cada día más indispensable, por lo cual se debería contar no solo con un conocimiento académico y teórico, sino un conocimiento didáctico para lograr llevar aquellas temáticas en relación con las ciencias al aula de clases.

Finalmente, para este trabajo de grado ha sido necesario abordar la didácticas de las ciencias desde diferentes miradas, líneas de investigación, rutas y estudios que la han definido como una disciplina emergente que tuvo sus inicios en la didáctica general, pero que era relativamente nueva, sin embargo hoy en día podemos decir que las investigaciones acerca de la didácticas de las ciencias y las problemáticas que tienen que ver con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, la han hecho una disciplina independiente de otras áreas de conocimiento, como música o deportes, para así establecerse con sus propias cuestiones epistemológicas y científicas que están en constante estudio en el aula de clases no solo a nivel escolar, sino también a nivel universitario. Entonces, para este trabajo se tomará a la didáctica de las ciencias como una disciplina independiente como la define (Adúriz-Bravo, 1999) en la que prima el estudio de ¿cómo enseñar ciencias?, ¿Qué enseñar sobre las ciencias?, ¿Cómo se aprenden las ciencias?, entre otras interrogantes que la fundamentan como disciplina.

Estrategia didáctica

Dado que en este trabajo de investigación se va a realizar un análisis de los laboratorios virtuales como estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología, será necesario abordar el concepto de “estrategia didáctica” desde algunas miradas que darán base a esta investigación, por lo que una estrategia didáctica es definida por (Díaz y Hernández, 1999 como se citó en Delgado y Solano, 2009) como las estrategias que tienen que ver con la enseñanza y el aprendizaje, que a su vez la primera tiene como fundamento los medios

dispuestos por los maestros a sus estudiantes para que puedan interiorizar los conocimientos de forma más sencilla. Mientras que la segunda, se fundamenta en el proceso en el que el estudiante adquiere una serie de conocimientos para dar respuesta a unas problemáticas o exigencias educativas.

Asimismo, Feo (2010) define las estrategias didácticas como una serie de procedimientos que pueden incluir: métodos, técnicas y actividades; que los estudiantes y los maestros establecen para llegar a la construcción de metas y objetivos esperados o inesperados en procesos de enseñanza-aprendizaje que, a su vez, puedan adaptarse a unas necesidades determinadas por sus participantes. Entonces, las estrategias didácticas que son planteadas por los maestros deben ir orientadas a un aprendizaje significativo como lo define (UNED, 2013) son aquellos elementos que van ligados a las estrategias de aprendizaje donde se busca que los estudiantes puedan relacionarlo con su contexto y tenga una importancia en cuanto a su diario vivir, además de que dichos elementos interactúan no solo con el objeto de aprendizaje, sino también, con todas aquellas personas que son involucradas, en este caso sus estudiantes. Por tanto, las estrategias didácticas deben tener unas metas estructuradas, que puedan irse mejorando a través de las experiencias, dinámicas y aspectos que puedan surgir, y de esta forma se pueda en cooperación llegar al cumplimiento de objetivos. Además, los procedimientos pueden clasificarse según los intereses y objetivos del sujeto que los llevará a cabo, como: Estrategias de enseñanza, estrategias para el aprendizaje, estrategias instruccionales y estrategias de evaluación (Feo, 2009 como se citó en Feo, 2010).

En ese sentido, la UNED (2013) define algunos elementos usados en las estrategias didácticas como lo es el método, que lo define como un modo o un camino para llegar a un propósito educativo que a su vez tiene una serie de técnicas entendidas como ciertas orientaciones específicas, que permiten llegar a un aprendizaje significativo, siguiendo un proceso encaminado al cumplimiento de unos objetivos. Asimismo, las actividades son aquellas que van dirigidas al estudiante a partir de las técnicas, las estrategias implementadas y que permiten el desarrollo de estas. Igualmente, se hace necesario hacer una corta definición de la clasificación de las estrategias didácticas como se mencionó anteriormente:

- **Estrategias de aprendizaje:** Son aquellas que van orientadas al cumplimiento de metas u objetivos que permitan llegar a un aprendizaje a partir de una serie de procedimientos, técnicas o actividades específicas. UNED (2013). Asimismo, Feo (2010) afirma que “los estudiantes son participes de su propio proceso de aprendizaje de manera consciente, es

decir, que hace uso de técnicas de estudio y puede reconocer el uso de habilidades cognitivas para potenciar sus destrezas ante una tarea escolar”. (p. 222).

- **Estrategias de enseñanza:** Es donde ocurre un encuentro entre maestros y estudiantes, puede ser de forma presencial o virtual, en el que se da un dialogo didáctico, teniendo en cuenta el contexto y las necesidades específicas de los estudiantes. (Feo, 2010).
- **Estrategias instruccionales:** Son aquellas en las que no es necesario un encuentro presencial entre el maestro y el estudiante, sino que el estudiante tiene a disposición documentos didácticos que pueden ir de la mano de la guía del maestro y pueden apoyarse haciendo uso de recursos instruccionales tecnológicos. (Feo, 2010).
- **Estrategias de evaluación:** Son todos los procesos establecidos y generados de una reflexión con el fin de que los logros establecidos sean alcanzados por los estudiantes y las metas que los maestros puedan alcanzar en cuanto a la enseñanza-aprendizaje. (Feo, 2010).



Figura 1: La estrategia didáctica, su clasificación (Feo, 2010).

Enseñanza-aprendizaje

Dentro de lo que hace parte de las estrategias didácticas se menciona bastante conceptos como “enseñanza” y “aprendizaje” por lo que desde esta investigación se tomara la primera definición como lo hace Mallart (2001)

La enseñanza es la actividad humana intencional que aplica el currículum y tiene por objeto el acto didáctico. Consta de la ejecución de estrategias preparadas para la consecución de las metas planificadas, pero se cuenta con un grado de indeterminación muy importante puesto que intervienen intenciones, aspiraciones, creencias... elementos culturales y contextuales, en definitiva. Esta actividad se basa en la influencia de unas personas sobre otras. Enseñar es hacer que el alumno aprenda, es dirigir el proceso de aprendizaje. (p. 18).

Entonces, la enseñanza es entendida como un acto didáctico en la que se tiene en cuenta el contexto del que aprende, en este caso la enseñanza de la biología es guiada por el maestro haciendo uso de estrategias, herramientas o alternativas que le permitan enseñar temas complejos de manera que los estudiantes puedan aprenderlo. Ahora bien, en cuanto al aprendizaje Zabalza (2000) lo define como:

...el aprendizaje es un proceso complejo y mediado. Y entre las diferentes estructuras de mediación, el propio estudiante es, con seguridad, la más importante por cuanto él filtra los estímulos, los organiza, los procesa, construye con ellos los contenidos del aprendizaje y, al final, opera partir de los contenidos, habilidades, etc., asimilados. [...] El aprendizaje es pues, en sentido estricto, una actividad de quien aprende y sólo de él. Pero siendo eso cierto no lo es menos el hecho de que, en un contexto didáctico, el aprendizaje es efecto de un proceso vinculado a la enseñanza y, por tanto, al profesor que la desempeña. (p. 485:486)

Por lo tanto, el aprendizaje es parte del proceso en el que los estudiantes son en cierta forma autónomos, dado que no todos aprenden de la misma manera ni con los mismos métodos, por lo que el aprendizaje debe ser mediado por el maestro, haciendo uso de alternativas que estén basadas en el contexto de los estudiantes y las problemáticas alrededor de la enseñanza y el aprendizaje.

Microbiología

La microbiología es el estudio de organismos microscópicos, es decir que no son observables a simple vista, algunos de los que podemos mencionar son las bacterias que conforman un grupo bastante diverso al estar presente en todos los ambientes como, aire, tierra, agua e incluso en algunos que son extremos para los demás organismos, pero no solo las bacterias son estudiadas por esta ciencia. También, las células animales, vegetales, hongos y algas, además de los virus. La microbiología es interdisciplinar ya que tiene que ver también con la biotecnología, la biología molecular, la bioquímica, la ficología, la ecología microbiana, la genética, la microbiología ambiental, entre otros. Por tanto, tiene una importancia a nivel local y global, porque se ocupa de muchas problemáticas a nivel industrial, en la agricultura y en la medicina. (Madigan, Martinko, Bender, Buckley & Stahl. 2015).

Entonces, la microbiología ha tenido un campo bastante amplio en el que se ha investigado mucho, por lo que a la hora de hablar de microbiología es necesario conocer parte de sus orígenes y algunos de sus principales representantes que han aportado en gran manera a su estudio y su campo, tal y como sería Antonie Van Leeuwenhoek en el siglo XVII quien empezó con una afición en el tallaje de lentes ópticos haciendo uso de vidrios de varios aumentos que usaba en su tienda de telas para observar hilas. Más adelante tomaría como referente en la construcción de microscopio a Robert Hooke, quien estaba realizando estudios con el uso de un microscopio compuesto. Los estudios tomados de Hooke le permitieron crear lo que sería el primer microscopio simple, en el que pudo ver algunos de los organismos microscópicos (“animalitos” como los llamo en su momento) en una gota de agua lluvia reposada que podían moverse, tomo nota e hizo las representaciones de lo que serían los primeros microorganismos observados. Además, varios estudios lo llevaron a afirmar que los organismos que observaba no caían de la lluvia, sino que aparecían en el agua reposada muy posiblemente por su presencia en el aire, así Leeuwenhoek fue reconocido por la Real Academia de Londres por sus estudios y aportes a la microbiología. (Restrepo, 2012. p. 222).

Más adelante, a mediados del siglo XIX había una problemática en el sector alimenticio, la frecuencia con la que muchos alimentos se descomponían, llevo a Louis Pasteur a realizar estudios con fermentación de alimentos, entre ellos para la industria de vinos en la que existía como problema la durabilidad de los vinos, ya que en su traslado muchas botellas perdían su calidad al dañarse, por lo que Pasteur empezó con su microscopio a observar las células de la levadura del vino

en buen estado y el vino que se había dañado, noto que habían algunas diferencias entre las dos muestras. Pasteur decidió entonces, calentar el vino de algunas muestras y observar qué sucedía, noto que al calentar las muestras estas no se dañaban como ocurría anteriormente con las demás muestras de vino, a este proceso le llamo pasteurización. Proceso por el cual, se debían calentar tanto la cerveza como el vino para evitar que estos se agriaran a una temperatura de 50°C. (Agudo, 2016).

A su vez, Pasteur continuó haciendo sus investigaciones sobre putrefacción y fermentación, entre ellos era el deseo profundo de hacer crecer levaduras en un medio de cultivo que tuviera las condiciones en cuanto a minerales, sales y azúcar para su proliferación. Fue tanto el trabajo que dedico a esta ambición, que en el año 1860 logro la fermentación de levaduras en un medio artificial donde se dejaba alcohol y se le introducía una pequeña parte de levadura, esta iba fermentando el azúcar presente en el medio y a su vez, la levadura iba incrementándose gracias al nitrógeno presente en el amoniaco y al carbono presente en el azúcar. (Agudo, 2016).

Otro aporte importante a la microbiología por parte de Pasteur, fue el debate de la teoría de la generación espontánea, la cual establecía que los microorganismos surgían de materia orgánica en descomposición, por lo que Pasteur propuso una serie de experimentos para refutar la teoría, en la que uso diferentes elementos para probar primeramente si los microorganismos estaban presentes en el aire, luego hizo una prueba con matraces de vidrio que cerraba haciendo uso de una llama, observo que los que se cerraban con la llama, permanecían “translucidos”, mientras que los otros se veían un poco turbios debido a la presencia de microorganismos. Otro experimento que realizo Pasteur fue con el uso de un medio que contenía agua y albúmina, que permanecía sin ningún cambio, pero al introducir un algodón con partículas de polvo tras varias semanas, el medio se veía afectado por la presencia de microorganismos, así Pasteur determino que el medio era el alimento de estos microorganismos y no su origen. (Pearson, 1942 como se citó en Agudo, 2016).

Ya en el año 1876, Robert Koch propuso la teoría microbiana de enfermedades infecciosas a partir de sus estudios en ciertos animales de campo que estaban enfermos con carbunco, una enfermedad causada por una bacteria llamada *Bacillus anthracis* que a veces afectaba a humanos, la investigación fue llevada a cabo con ratones grises que Koch cazaba en un establo. Empezó con un ratón enfermo al que le hacía extracción de sangre y se la inyectaba a otros ratones que estaban sanos, así uso aproximadamente 20 ratones y pudo determinar que la

sangre que contenía la enfermedad del primer ratón había contagiado a los demás y estos murieron al igual que el primero. De esta manera, el médico Robert Koch realizó varios aportes importantes a la determinación de enfermedades infecciosas y a la creación de tratamientos para tratarlas. (Madigan et al., 2015).

También, en la década de 1890 (aproximadamente) Sergei Winogradski hizo su aporte a la microbiología con el estudio de bacterias sulforreductoras encontradas en aguas saladas y con altos niveles de azufre (sulfurosas) que hacían que el nivel de azufre disminuyera notablemente, debido a reacciones químicas en su interior por las cuales obtenían energía. Una de ellas era la oxidación de sulfuro de hidrógeno a azufre y ácido sulfúrico, por lo que Winogradsky propuso “la columna de Winogradsky” en la que se establecía una semejanza con lo que llaman “tapetes microbianos” por tanto, según el color se puede determinar ciertos organismos bacterianos, aunque en un principio se orientó para la determinación de ambientes con presencia de azufre, también, se puede dar otros ciclos como el del carbono, nitrógeno, entre otros. Por lo que esta columna es un gran aporte a la microbiología porque pueden hacerse estudios de organismos desde diferentes ambientes, además que se mantiene gracias a la energía lumínica. (Moreno, Gorriti, Flores y Albarracín, 2012).

Clasificación de los microorganismos

La clasificación es considerada como la organización de organismos vivos que se clasifican de acuerdo con sus características morfológicas o sus relaciones evolutivas. Dichas características pueden determinar la clasificación de una o varias especies, estas junto a especies parecidas a su vez ser agrupadas en géneros, luego en familias, órdenes, clases y finalmente el dominio; el taxón más grande que agrupa una gran cantidad de organismos vivos. (Madigan et al., 2015). En cuanto a la nomenclatura, Carl Lineo en 1758 en su publicación llamada *Systema Naturae* hizo una división de los organismos en dos reinos, animal y vegetal, mientras que los microorganismos fueron agregándose a uno de esos dos reinos de acuerdo a su descubrimiento, algunos con características similares a los animales se agregaron a un grupo llamado protista y los que tenían ciertas características fotosintéticas fueron agregados al reino vegetal, así se mantuvo la división por casi dos siglos. (Porto, 2017).

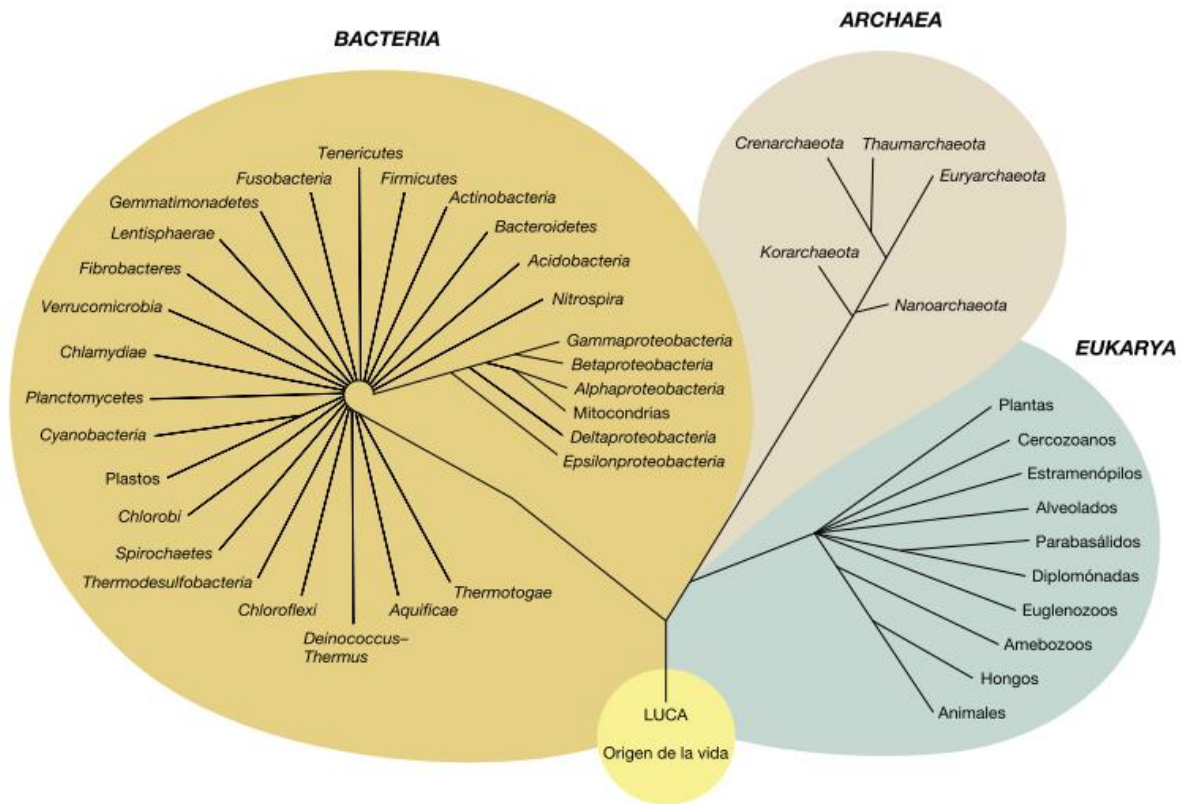
Así continuó, hasta al año 1938 en el que Edouard Chatón propuso la división de los organismos en dos imperios a los que denominó procariota y eucariota, pero en los que se mantenía la división en los dos reinos animal y vegetal, luego en el año 1956 Herbert F. Copeland reestructuró las ideas de Linneo y Chatón,

proponiendo así lo que serían cuatro reinos, el reino monera en el que agrupo todos los organismos procariotas, el reino vegetal, el reino animal y un cuarto reino, al que denominó protista en el que agregó organismos eucariotas como hongos y algas. Más adelante, en el año 1959 se propusieron cinco reinos por Robert Whittaker quien fue apoyado por Lynn Margulis, la cual lo manifestó con su publicación titulada *Five Kingdoms*, en la que dividió a los organismos en reino, monera, protista, vegetal, animal y fungí. (Porto, 2017)

“Reino Monera: En el cual incluía todos los organismos procariotas; reino protista: En el que incluía organismos como protozoos, algas y hongos unicelulares; reino plantae: Incluía todos los que habían sido clasificados como organismos vegetales, excepto hongos; reino animal: Incluía todos los que habían sido clasificados como animales; el reino fungí: Los hongos dejaban de hacer parte del reino vegetal, y ocupaban ahora su propio reino.” (Porto, 2017, p. 3).

Todos estos autores aportaron a la clasificación de los microorganismos, sin embargo, aún existía muchos que no estaban en un grupo definido o eran demasiado complejos por lo que cuando se llegó al descubrimiento de la estructura de DNA, Carl Woese en la década de los 70 supuso que la secuencia de las moléculas del RNA ribosomal podrían establecer similitudes o relaciones entre los organismos, debido a que está presente en todos los organismos vivos estudiados hasta ahora, varían poco o lentamente con el tiempo y son longitudinalmente adecuados para poder estudiar las relaciones evolutivas con detenimiento. Por lo tanto, Woese pudo estudiar las secuencias de rRNA de muchos organismos, haciendo una comparación y observación determinó que los organismos denominados metanógenos eran diferentes del grupo de bacterias, por lo que las agrupó en un tercer dominio, de los que se había hablado hasta ahora (*Eukarya* y *Bacteria*) al que llamó *Archaea* que junto al dominio *Bacteria*, son considerados de los más antiguos del árbol filogenético (*observar Figura 2*). (Madigan et al., 2015).

Figura 2: Árbol filogenético universal determinado por análisis comparativo de secuencias de rRNA (Madigan et al., 2015)



Dentro de sus estudios, Woese estableció que el gen rRNA 16S debía analizarse dentro de la secuenciación para la determinación de microorganismos en los dominios *Bacteria* y *Archaea*, mientras que en *Eukarya* era el gen 18S ya que los consideraba como equivalentes. El árbol filogenético, representa toda la vida existente y estudiada hasta ahora en la tierra, por lo que es de gran importancia a nivel evolutivo, porque representa aproximadamente 4000 millones de años en los que se diferencian tres grandes dominios que pueden llegar a compartir algunos rasgos a partir de su ultimo antepasado común universal (LUCA). (Madigan et al., 2015).

Dominio Archaea

Las procariontes del dominio *Archaea* (arqueobacterias) son consideradas de las más primitivas no solo por el tiempo evolutivo, sino por su capacidad de sobrevivir a ambientes extremos, dentro de este dominio se encuentran varias especies que son hipertermofílicas (resistentes a grandes niveles de temperatura), halófilas (resistentes a grandes niveles de salinidad en el medio), acidófilas (resistentes a

medios con niveles altos de acidez), entre otras. Además, estos microorganismos poseen una pared celular sin peptidoglicano, los lípidos presentes en sus membranas tienen enlaces éter, no poseen una membrana que recubra el núcleo, su flagelo se mueve en forma de rotación y son resistentes a la penicilina y otros antibióticos. (Madigan et al., 2015).

Dominio Bacteria

Las bacterias son un extenso grupo de microorganismos que como se observa en la **Figura 2** han estado presentes en la tierra desde hace miles de millones de años, por lo que están ubicadas en la base del árbol filogenético. Son organismos que al igual que el dominio *Archaea* son de tamaño pequeño, comparadas con las células del dominio *Eukarya* que son mucho más grandes, su pared celular está constituida por peptidoglicano (lo que permite diferenciarlas en dos grupos, grampositivas y gramnegativas), a diferencia de las *Archaea* el tipo de enlace en la membrana en bacterias es de tipo éster, su movimiento flagelar es rotativo, son sensibles a la penicilina y otros antibióticos, producen endosporas, algunas bacterias pueden llevar a cabo procesos para la obtención de energía como la fotosíntesis clorofílica, pero no pueden permanecer en temperaturas equivalentes o superiores a 100°C, asimismo, las bacterias están constituidas por pared celular, membrana citoplasmática, citoplasma, plásmido, ribosomas, inclusiones y el DNA (Madigan et al., 2015).

Igualmente, las bacterias presentan formas variadas, algunas pueden ser redondeadas (cocos), en forma de cilindro (bacilos), en espiral (espirilos), estar agrupadas y enrolladas (espiroquetas), algunas alargadas y en forma de tubo (filamentosas), sin embargo, hay variedad de formas y muchas son atípicas, por lo que la diversidad también está presente en su morfología. Pueden llegar a medir desde 0,2 micras hasta 700 micras, sin embargo, cuando una célula bacteriana es demasiado grande se verá afectada porque no desempeñará con facilidad sus procesos metabólicos en cuanto a la absorción de algunos nutrientes presentes en el medio, por lo que no representará una competencia para bacterias más pequeñas. Además, las bacterias pueden ser diferenciadas en dos grupos grampositivas y gramnegativas a partir de la tinción de Gram (Madigan et al., 2015).

Dicha tinción fue propuesta por Christian Gram definida por Madigan et al. (2015) como la “técnica de tinción diferencial mediante la cual las células se tiñen de rosa (las gramnegativas) o de violeta (las grampositivas), dependiendo de su conformación estructural”. (p.1048). Por lo tanto, las *bacterias grampositivas* son

microrganismos que se diferencian por la cantidad de peptidoglicano presente en su pared celular que es equivalente a 90%, mientras que en *bacterias gramnegativas* el peptidoglicano recubre solo una pequeña parte de lo que sería la pared celular aproximadamente 15%, muchas de estas bacterias son patógenas para los humanos como es el caso de *Salmonella* y *Escherichia Coli* (Madigan et al., 2015).

Por otro lado, también hay bacterias denominadas *micoplasmas*, que son bacterias patógenas que pueden sobrevivir en un medio sin una pared que las recubre, tienen relación con las bacterias grampositivas que pueden afectar animales, entre ellos a los humanos. Cabe aclarar, que estas bacterias si constan de una membrana citoplasmática que les permite sobrevivir en el medio en el que se encuentren (Madigan et al., 2015).

Dominio Eukarya

Los organismos pertenecientes al dominio *Eukarya*, son organismos más grandes (en cuanto a su tamaño) en comparación con los de los dominios anteriores y se agrupan desde algas hasta protozoos, todos considerados como células eucariotas de las que se cree que surgieron a partir de una endosimbiosis hace millones de años del dominio *Bacteria* de las primeras mitocondrias y primeros cloroplastos. Además, una de las características que lo separan de las procariotas, es la presencia de núcleo definido con su membrana nuclear, también que las eucariotas poseen organelos como, membrana plasmática, mitocondrias, cloroplastos, retículo endoplasmático, citoplasma, ribosomas y aparato de Golgi. (Madigan et al., 2015).

Endosimbiosis

En una tierra primitiva en la que había poco oxígeno, solamente los organismos de dominios *archaea* y *bacteria* podían resistir condiciones que eran extremas, debían vivir en zonas en las que la radiación del sol no afectara su DNA y crecimiento, ambientes como los mares y profundidades del suelo eran su medio, mientras que la radiación del sol estaba en contacto con el O₂ se fue convirtiendo en O₃ (ozono) el cual absorbe gran parte de la radiación del sol (rayos UV), formando lo que sería la capa de ozono que le dio la posibilidad a los microorganismos de desarrollarse en otras condiciones y en una tierra con abundante O₂. (Madigan et al., 2015).

Entonces, una tierra que tenía una capa de ozono y un aumento de O₂ proporcionó las condiciones para que se diera la vida del dominio *eukarya* y su pronto desarrollo. Sin embargo, el origen de las eucariotas aún no está definido del todo, por lo que aún se hacen estudios de algunos microorganismos que poseían una envoltura en su núcleo (característico de organismos eucariotas) que datan de aproximadamente 2000 millones de años, así en un lapso relativamente corto surgieron los organismos eucariotas que eran multicelulares que dieron origen a organismos como plantas, animales, hongos y algas. (Madigan et al., 2015).

Así, Lynn Margulis propuso la hipótesis endosimbiótica en la que estableció que las células eucariotas surgieron de la unión de algunas células bacterianas, entre esas la mitocondria y en el caso del cloroplasto paso lo mismo, por lo que así en una tierra en la que el oxígeno era abundante, fue un potenciador en el desarrollo de células eucariotas como también lo fue el aprovechamiento de procesos como la fotosíntesis para la obtención de energía. Hay algunos indicios que respaldan la teoría de Margulis, por ejemplo, la presencia de rRNA 16S en cloroplastos y en mitocondrias, además que el tamaño de los ribosomas presentes en estos organelos es característico de células procariotas (70S). También, a partir del árbol filogenético (**Figura 2**), se ha establecido una relación con un antepasado de las mitocondrias en el filo *alphaproteobacteria* y en el caso de los cloroplastos en el filo *cyanobacteria*, la presencia de una cantidad de DNA que no presenta envoltura dentro de estos organelos y su sensibilidad ante algunos antibióticos como ocurre en las bacterias, por lo tanto, la hipótesis de Lynn Margulis se establece como justificable en la actualidad. (Madigan et al., 2015).

Teoría celular

La teoría celular fue planteada por Matthias Schleiden y Theodor Schwann en el año 1838 gracias a los estudios que cada uno estaba llevando a cabo. Por un lado, Schleiden estaba estudiando tejidos vegetales y Schwann realizaba estudios con tejido animal, dichos estudios los condujeron a la misma conclusión. Los tejidos estaban formados por células, es decir que todos los organismos a su vez están constituidos por células unidas entre si formando tejidos, órganos, sistemas e individuos complejos. Asimismo, estudios con el microscopio óptico condujeron a la afirmación de que la célula es la unidad fundamental de todos los organismos vivos (Cooper y Hausman, 2009, p.1-2).

Además, dentro de los postulados de la teoría celular se establecen algunas características de la célula, como lo sería a) Metabolismo (obtención de energía a partir de procesos metabólicos), b) Reproducción (capacidad para dividirse), c) Herencia (capacidad de heredar información genética a células hijas), d) las células tienen un antepasado común y e) los organelos en algunas células pueden variar según su especificidad (Cooper y Hausman, 2009).

Virus

Los virus no están clasificados dentro del árbol filogenético debido al debate aún presente en relación con su origen, aun así, son estudiados por la microbiología y en específico por la virología. Dadas las características, su relación con el medio y los demás organismos, se han establecido en su propia clasificación. Sin embargo, no se consideran como organismos vivos porque no cumplen con las características de un organismo vivo, entonces, la pregunta que resuena es ¿qué son los virus?, varios autores han dado su propia definición, Cooper y Hausman (2009) los define como:

“parásitos intracelulares incapaces de replicarse por sí mismos. Se reproducen mediante la infección de células huésped y la usurpación de la maquinaria celular para producir más partículas virales.” (p. 38).

Asimismo, Madigan et al. (2015) los define como:

Un virus es un elemento genético que puede replicarse dentro de una célula viva, llamada célula hospedadora. Los virus poseen sus propios genomas, y en este sentido son independientes del genoma de la célula hospedadora. Sin embargo, dependen de la célula hospedadora para obtener energía e intermediarios metabólicos y para sintetizar proteínas. (p. 258).

Alarcón y Flores (2018) definen los virus como:

“Pequeños pedazos de material genético, encapsulados (la mayoría) en una envoltura de proteínas, necesitan infectar una célula para poder reproducirse. Los virus son las entidades biológicas más abundantes del planeta, conducen importantes procesos ecológicos e influyen en la evolución de sus hospederos.” (p.64).

Entonces, los virus tienen una importancia a nivel global dado que tienen que infectar células (procariotas y eucariotas) para poder sobrevivir, son causantes de

enfermedades mortales como la COVID-19, el síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), Ébola, la gripe aviar, dengue, entre otras. Los virus no poseen organelos, pero si tienen un genoma de ácido nucleico (DNA o RNA) el cual contiene la información necesaria para darle las “instrucciones” a la célula infectada para la codificación de genoma vírico y la construcción de una estructura extracelular denominada *virión*, que les permite transportarse a otras células, en ese punto el virión que logra penetrar otras células (infección) da paso a lo que sería la replicación del virus.(Madigan et al., 2015).

Virión: Como se mencionó anteriormente el virus cuando se encuentra en forma extracelular es conocido como virión, ya que tiene una estructura genómica cubierta por proteínas, pero no tiene necesidad de llevar a cabo procesos respiratorios o biosintéticos para sobrevivir, en esta etapa se considera no vivo ya que no cumple con las características de un organismo vivo (como metabolismo, división, irritabilidad, etc.). En esta forma estructural el virus como virión puede transportarse de una célula hospedadora a otra para poder introducir su genoma vírico.(Madigan et al., 2015).

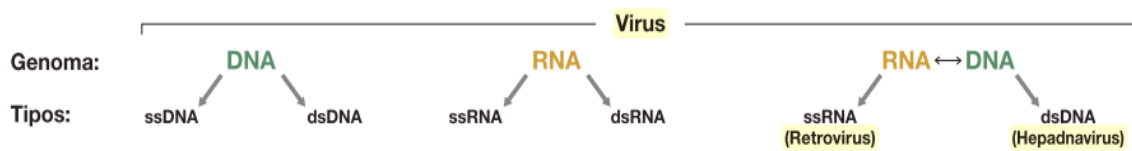
Generalidades de los virus

En cuanto a sus estructuras, los virus pueden estar desnudos o con envoltura, ambos presentan un ácido nucleico único ya sea ARN o ADN, además que presentan una cubierta denominada cápside constituida principalmente por capsómeros que, a su vez, pueden determinar su forma ya sea icosaédrica o helicoidal, se diferencian porque al observar en un microscopio electrónico un virus desnudo y uno envuelto se observa que el virus envuelto tiene además de la cápside y el núcleo, una envoltura que proviene de la célula hospedadora en la que se encontraba el virus, la obtienen al interior de la célula y se hace evidente en el ciclo lítico y lisogénico cuando el *virión* es liberado. Esta subcapa les da especificidad a ciertas estructuras, ya que contienen glicoproteínas denominadas espículas o glicoproteínas de superficie, con las que puede reconocer los receptores específicos de la superficie de la célula en relación con la célula huésped para la multiplicación del virus y le brinda mayor protección al ácido nucleico. (Madigan et al., 2015).

Continuando con lo anterior, cuando el virus se encuentra dentro de la célula hospedadora pueden ocurrir dos procesos diferentes el ciclo lítico, en este proceso la célula empieza a ensamblar nuevos viriones hasta que son liberados destruyendo la célula y el ciclo lisogénico, en este ciclo ocurre que el virión ingresa a la célula huésped y hace una combinación de su genoma vírico con el de la

célula, por lo que termina siendo alterada, además los genomas víricos, como se hablado anteriormente pueden ser DNA o RNA, hay pocos casos en los que usen como genoma vírico DNA y RNA en diferentes etapas (**Figura 3**), a su vez pueden ser monocatenarios o bicatenarios con estructura circular o lineal. También, los virus pueden ser clasificados de acuerdo con el huésped que infectan, en el caso de bacterias se les denomina bacteriófagos o fagos, virus de los animales, virus de las plantas y virus de arqueobacterias. La importancia medica ha hecho que los bacteriófagos y virus de los animales sean mayormente estudiados en comparación con los demás. (Madigan et al., 2015).

Figura 3: Genomas víricos (Madigan et al, 2015)



Viroide: Existen agentes víricos que se parecen a los virus, pero no son considerados virus al haber ausencia de proteínas, son moléculas de RNA monocatenario de tamaño más pequeño que los virus, tienen el lugar de los patógenos más pequeños conocidos hasta el momento, pueden llegar a medir entre 246 y 399 nucleótidos. Principalmente, afectan a organismos del reino plantae, pero debido a que no cuentan con una cápside o una envoltura que los recubre, tienen una forma circular y cerrada de extremo a extremo, que les da cierta protección fuera de una célula huésped. A su vez, como no presentan una envoltura no hay una “unión” que le permita introducirse dentro de una célula huésped, se hace camino a partir de heridas que pueda tener la planta, estas heridas causadas principalmente por insectos, por lo que una vez dentro, se desplaza por medio de la unión de las células vegetales denominada plasmodesmos. Sin embargo, no hay datos registrados de que afecten a animales u otros organismos, tienen una importancia en la agricultura porque pueden causar grandes pérdidas (Madigan et al., 2015).

Priones: Mientras que los viroides no presentaban proteínas, los priones son agentes infecciosos que constan únicamente de proteínas, no contienen ni DNA ni RNA y tienen importancia porque causan varias enfermedades graves en animales, como la conocida “enfermedad de las vacas locas” (la primera enfermedad priónica que se describió), de estos no se tiene registros de enfermedades en células vegetales, atacan principalmente células neuronales en animales que codifican la proteína priónica. (Madigan et al., 2015).

Enseñanza de la Microbiología

La microbiología cumple un papel fundamental en diferentes áreas del conocimiento, por lo tanto, a la hora de abordarla en la escuela es necesario que los maestros cuenten con las herramientas y estrategias para lograr captar la atención de los estudiantes y que estos se sientan motivados a aprender acerca de esta disciplina. Los laboratorios son una estrategia importante a la hora de abordar esta temática con el uso de implementos como el microscopio que le permite a los estudiantes tener un acercamiento real a lo que está disponible en contenidos teóricos, les permite observar, analizar y formular preguntas acerca de ello.

En ese sentido, dentro de la enseñanza se han establecido ciertas normas, logros u objetivos específicos que permitan llegar a una equidad en la enseñanza, es decir que todos los estudiantes sin importar su nacionalidad y su contexto puedan acceder a una educación gratuita como derecho y puedan aprender las mismas temáticas que son abordadas en otros países y así se les permita competir a nivel global en pruebas estado para determinar el nivel y las competencias que tiene cada país. (Turbay, 2000) Si bien, dichas competencias se reformulan cada cierto tiempo basadas en las problemáticas internacionales alrededor de la enseñanza-aprendizaje, se han instituido currículos nacionales para que cada país pueda aplicarlas en miras de aportar a la solución de las problemáticas del mundo actual y las que tienen parte en su contexto particular.

Si bien, es cierto que hay currículos específicos para cada país, en el caso de Colombia las mismas instituciones educativas tienen la autonomía de establecer lo que serían los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) en los que se articulan una serie de especificaciones relacionadas con los objetivos y principios de cada institución, como las vías y metodologías por las que han de optar para la enseñanza-aprendizaje. Si bien existen los Estándares Básicos de Competencias (EBC) que sirven como guía para las instituciones y maestros sobre los temas que deberían aprender los estudiantes (MEN, 2006), se les da vía libre a las instituciones para aplicarlas de la manera que crean pertinente.

Por lo tanto, en las temáticas de la enseñanza de la biología se resaltan las capacidades a nivel investigativo y crítico que los estudiantes van a desarrollar a partir de la observación y de la propia experiencia al estudiar los fenómenos de la naturaleza. Es aquí donde tiene lugar la autonomía de los maestros para enseñar ciencias, de manera que se da una guía de lo que deberían saber los estudiantes y de lo que deberían aprender, pero la metodología para llevar a cabo el proceso de enseñanza es propia de las instituciones y de los maestros a cargo como se

mencionó anteriormente. Así, dentro de los EBC (**Tabla 3**) se establecen una serie de temáticas, logros y elementos que determinan lo que los estudiantes deberían *saber* y también el *saber hacer* en las instituciones educativas en cuanto a temáticas relacionadas con la microbiología. (MEN, 2006).

Tabla 3.

Temáticas relacionadas con la microbiología dentro de los estándares básicos de competencias. (MEN, 2006).

Temáticas relacionadas con la microbiología presente en los EBC	
Cuarto a quinto	<ul style="list-style-type: none"> -Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. -Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos...). -Establezco relaciones entre microorganismos y salud.
Sexto a séptimo	<ul style="list-style-type: none"> -Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes. -Verifico y explico los procesos de ósmosis y difusión. -Clasifico membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias. -Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células. -Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos. -Indago acerca del uso industrial de microorganismos que habitan en ambientes extremos.
Octavo a noveno	<ul style="list-style-type: none"> -Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. -Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. -Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético. -Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética. -Indago sobre aplicaciones de la microbiología en la industria.
Décimo a undécimo	<ul style="list-style-type: none"> -Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. -Explico el funcionamiento de algún antibiótico y reconozco la importancia de su uso correcto. -Verifico la utilidad de microorganismos en la industria alimenticia.

Nota. Adaptación propia. Tomado de MEN (2006).

Entonces, por lo que se observa de la **Tabla 3** se establece que según los EBC en el área de ciencias naturales en cuanto a los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL), se pueden aplicar mayormente de sexto a noveno dado que es en estos grados donde recae gran parte del componente de la enseñanza de la microbiología y donde los maestros tienen mayor oportunidad de enseñar por medio de la experiencia y los fenómenos específicos, por tanto los estudiantes podrán desarrollar su pensamiento crítico, habilidades científicas y su interés hacia las ciencias. Ahora bien, como se ha ido discutiendo a lo largo de esta investigación, muchas instituciones no cuentan con espacio físico para llevar a la realidad estas prácticas, es por cual el maestro debe estar en la capacidad de proponer estrategias didácticas que posibiliten estos aprendizajes.

Asimismo, en medio de una pandemia en la que la educación y el teletrabajo empezó a ser parte de cada día, surge la necesidad de optar por alternativas que le brinden un acercamiento a lo que sería una experiencia práctica de laboratorio a sus estudiantes desde la virtualidad. Si bien, algunas metodologías pedagógicas y didácticas para abordar en el aula de clases dichas temáticas, han dado lugar al reconocimiento de los microorganismos como parte fundamental en la tierra. (Durango, 2012), muchas de estas no han sido suficientes para que los estudiantes se interesen por las ciencias (Arias, 2017).

Por lo tanto, dentro de la enseñanza de temáticas relacionadas con la microbiología, se podría proponer estrategias que permitan hacer uso de las herramientas que están a disposición de estudiantes y maestros, que pueden ser facilitadoras e innovadoras para llevar a cabo procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula y fuera de ella, como lo serían aulas virtuales, plataformas en las que haya una interacción con los estudiantes (algunos juegos), el uso de laboratorios virtuales, entre otras maneras de llegar a los estudiantes, de manera que, se sientan motivados aprender más acerca de las ciencias y en particular del mundo microbiano.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)

En el mundo actual existen avances tecnológicos que en una época no eran pensados como una posibilidad real, como es el caso de: conexión a internet, computadoras, teléfonos inteligentes, uso de microorganismos para el beneficio humano y de la industria alimenticia, medios de información y de almacenamiento electrónico en la nube, entre otras tendencias tecnológicas actuales. De tal manera que la necesidad de lograr avances que la beneficien como especie, el

deseo insaciable por saber más acerca de los fenómenos de la naturaleza y del origen de la vida han llevado a la humanidad hacer grandes descubrimientos, que han aportado de una u otra manera a la revolución tecnológica actual.

Por lo tanto, de dicha revolución tecnológica surgieron ciertos intereses a nivel global por la creación de redes de comunicación que permitiera el intercambio de información de un lugar a otro sin necesidad de estar presente, así en los años 70 surgió lo que se denominó como “era digital”, los avances informáticos y de computadoras dieron paso a nuevas formas de intercambio y almacenamiento de la información, pero fue hasta la década de los 90 que los avances informáticos con computadoras de la mano del internet y las comunicaciones iniciaron lo que sería la red interconectada de la información y la comunicación (TIC) como se conoce hoy en día. (TIC, 2016 como se citó en Martin, Olmedo y Andoney, 2017).

En ese sentido, cuando se habla de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), son variadas las definiciones que han sido resultado de dichos intereses que llevan décadas en discusión. Algunas, pueden ir orientadas a un contexto específico o con unos objetivos particulares aportando a su construcción dentro de la sociedad, la cultura y la educación. Así, Cabrero (1998) las define como:

“En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexiónadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas” (p. 198 como se citó en Belloch, 2012).

Entonces, las TIC desempeñan un lugar importante al estar inmersas dentro de los medios tecnológicos de información y comunicación, que sirven para almacenar, distribuir y procesar información de forma digital (Gerstein como se citó en Castro, Guzmán y Casado, 2007) que a su vez hacen parte de diferentes áreas del conocimiento que están inmersas en la sociedad actual. Por tal razón, las Tecnologías de la Información y la Comunicación tienen una importancia a nivel global por su presencia en casi todos los sectores y es así como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) resalta su potencialidad:

“Las TIC son un instrumento cada vez más poderoso para poder participar en los mercados mundiales; promover la responsabilidad política; mejorar la provisión de servicios básicos, y realizar las

oportunidades de desarrollo local. Pero sin políticas innovadoras de TIC, muchas personas de los países en desarrollo –especialmente los pobres– se quedarán atrasados" (PNUD, 2003 como se citó en Programa Willay, 2012, p. 1)

Entonces, las (TIC) se han vuelto una serie de herramientas útiles para tener una comunicación con el mundo, con lo que sucede fuera del contexto y de lo que se conoce a simple vista. Las redes sociales ahora son esenciales para comunicarse con familiares y amigos, que, aunque estén lejos puede haber una interacción por medio de videollamadas o videoconferencias de tal manera que la transmisión de información es constante. Actualmente, es común que las personas tengan correos electrónicos y redes sociales, pero las TIC no se reducen solo a las redes sociales como ya se hablado anteriormente, dentro de este panorama hay plataformas que permiten el intercambio de variedad de información casi al instante.

Para Cabero (1998 como se citó en Martin et al., 2017, p. 1-2), las TIC tienen una serie de características:

- **Inmaterialidad:** Su materia prima es la información en múltiples códigos y formas.
- **Interconexión:** Puede haber conexiones independientes que convergen para así ampliar sus conexiones.
- **Interactividad:** Hay una interacción constante entre los sujetos y las maquinas, lo que posibilita la adaptación de diversas áreas educativas y cognoscitivas de los sujetos.
- **Instantaneidad:** La facilidad y la velocidad con la que se puede obtener la información y transmitirla.
- **Calidad de imagen y/o sonido:** Lo que permite que haya una fiabilidad y fidelidad de la información transferida.
- **Penetración:** Dentro de su campo interdisciplinar, áreas como la educación, la medicina, la economía, el entretenimiento, entre otros.

Basado en lo anterior, se puede afirmar que las TIC tienen acceso a variedad de formas y alternativas para la transferencia de datos y de información que mantienen al mundo conectado sin importar la distancia en la que una persona se encuentre, por tanto en la actualidad en la que muchas personas hacen uso de

diversas herramientas y plataformas para acceder a la información, sea de trabajo o de educación se hace necesario contar con el conocimiento para poder hacer uso de estas y aplicarlas a la educación.

Es así como, en la actualidad las escuelas a nivel global han tenido que optar por nuevas e innovadoras maneras de hacer clases para que sus estudiantes comprendan las diferentes temáticas que antes eran enseñadas únicamente de manera presencial. Han llegado a ser indispensables como recursos que a su vez se convierten en un limitante para los maestros que no cuentan con la preparación adecuada en el uso de las (TIC). El uso de nuevos programas que son más actualizados y complejos para la enseñanza tradicional hace parte de un factor importante con el que las escuelas han tenido que hacer frente. El estar presentes durante el proceso de enseñanza se ha dificultado por falta de uso de las tecnologías en las aulas de clase, ya que se han considerado como prescindibles a la hora de establecer las temáticas y actividades. (Bautista, Martínez e Hiracheta, 2014).

En relación con lo anterior, son varias las miradas desde diferentes autores que definen las TIC por lo que para esta investigación se tomara la postura de Cabero (2014), quien define las TIC “como facilitadores y transmisores de información y recursos educativos para los estudiantes, que pueden ser adaptados a las necesidades y características independientes de los sujetos, pudiendo conseguir con ellos una verdadera formación audiovisual, multimedia e hipertextual” (p.4).

TIC en la educación

Dentro de la educación la OCDE ha tratado de reflejar en sus publicaciones los alcances que pueden llegar a tener las TIC, afirmando que no pueden entenderse como una forma de simplificar la educación o reducirla al uso de un computador o medios digitales, de manera que la enseñanza-aprendizaje se dé por sí misma, se resalta la importancia de una guía del maestro para proponer alternativas que pueda desencadenar en innovaciones educativas planeadas. (Venezky y Davis, 2002 como se citó en Carnoy, 2004). También, Belloch (2012), argumenta que las TIC no son implementadas en la educación como una metodología determinada de la enseñanza-aprendizaje, sino que sirve para que los maestros puedan reestructurar sus estrategias con unos objetivos específicos basado en el contexto de los estudiantes y en el enfoque pedagógico del maestro, en miras de hacer uso de herramientas que pueden servir como un medio facilitador de la enseñanza.

Asimismo, las TIC en educación han establecido posibilidades en la investigación, como las menciona (Belloch, 2012):

Diseño y evaluación de software educativo, Diseño, desarrollo y evaluación de modelos de educación presencial y a distancia, diseño, aplicación y evaluación de los recursos tecnológicos. Planificación y diseño de cursos apoyados en la tecnología. Desarrollo, implementación y evaluación de cursos mediados por la tecnología. (p. 8).

Por ello, al hacer uso de ellas en la escuela es posible que se pueda mitigar la desigualdad en educación, mejorar los resultados de pruebas estado, contribuir con los procesos de enseñanza-aprendizaje, mejorar la calidad y asegurar el acceso a una educación de acceso universal (UNESCO, 2015 como se citó en Martin et al., 2017). Dichas posibilidades, van de la mano de factores como los recursos disponibles en las instituciones educativas (computadores con acceso a internet) y del conocimiento en manejo de TIC por parte de maestros y estudiantes (Martin et al., 2017).

Entonces, es necesaria una formación permanente por parte de los maestros en conocimientos en TIC que hagan uso de las herramientas que estás brindan para llevar a cabo procesos de enseñanza- aprendizaje, además, que algunas son de uso gratuito, tales como la creación de páginas webs personalizables con temas que los maestros elijan, sitios web educativos, creación de aulas virtuales, el uso de material didáctico y laboratorios virtuales que son de fácil acceso. Teniendo en cuenta, que los estudiantes muchas veces no prestan atención a clases teóricas tradicionales, por querer estar pendientes del celular, Tablet o la computadora, entonces porque no proponer alternativas y estrategias en las que se haga uso de estos medios para la enseñanza-aprendizaje (Bautista et al., 2014).

En Colombia, las TIC han tenido varios inconvenientes dadas las condiciones que tienen algunas instituciones en las que no se cuentan con los recursos como, libros de texto, tecnologías de la información y la comunicación, laboratorios y otras estructuras en el aula de clase. Además, de no contar con maestros que tengan la preparación adecuada en cuanto al uso de las TIC, razón por la cual no se tiene garantías de que las TIC puedan mejorar la educación (OCDE, 2016, p. 253). En ese sentido, hay un panorama en el que se hace necesario proponer estrategias didácticas de la mano de metodologías en las que se use las TIC como un medio para poder enseñar diferentes temas relacionadas con el campo de las

ciencias en la escuela sea presencial o virtual, pero que realmente haya un aprendizaje significativo en los estudiantes.

TAC

Las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento son instrumentos facilitadores de la enseñanza-aprendizaje, no son entendidos como instrumentos de comunicación de la información, sino como herramientas para llevar a cabo actividades para llegar a un aprendizaje, de manera que su uso es mucho más formativo para maestros o estudiantes, en los que se prime el aprendizaje significativo. Los alcances de las TAC en la educación dependerán del enfoque y la metodología y estrategias propuestas por el maestro (Cabero, 2014).

De manera que, el maestro haga uso de ellas, pero no de la misma forma tradicional, sino aplicando alternativas innovadoras en las que se les pueda dar nuevos usos en la enseñanza-aprendizaje. Por tanto, las TAC no dependerán únicamente de medios tecnológicos, sino que la base se la dará el maestro con la metodología, objetivos y metas que pretende alcanzar con sus estudiantes. Un ejemplo en usos de las TAC a partir de las TIC, serían los canales en la plataforma YouTube en la que maestros la usan para la enseñanza de diferentes áreas como, Matemáticas, Química, Biología, Electrónica, por lo cual, están haciendo uso de las TIC como un medio de difusión de la información, haciendo uso de las TAC como metodología de enseñanza a través de la plataforma con unos objetivos y metas determinadas (Cabero, 2014).

TEP

Las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación son herramientas digitales que permiten la participación en relación con unos intereses comunes usando como medio las redes sociales, plataformas web y medios en los que se pueda dar una interacción con grupos de personas, sin la necesidad de salir a un encuentro presencial. Así, las TEP son considerados instrumentos para la participación y colaboración entre maestros y estudiantes, por lo tanto, el aprendizaje se da también con la interacción con otros individuos para la construcción de un conocimiento. Además, que desde las TEP los estudiantes no solamente aprenderán a partir de información mediada, sino que también tendrán la oportunidad de crearla (Cabero, 2014).

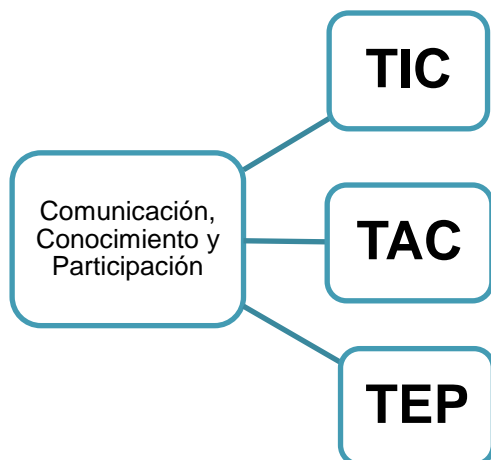


Gráfico 1: Posibles relaciones entre TIC, TAC Y TEP para la enseñanza aprendizaje haciendo uso de medios tecnológicos. Adaptado de (Cabero, 2014).

Así, las TIC, TAC Y TEP, aunque no ocupan un mismo lugar tienen cierta relación en el campo educativo, más ahora que la educación es virtual o con alternancia, por lo que es necesario que los maestros puedan diferenciarlas y potenciarlas de manera que pueda darse una comunicación, un conocimiento y una participación de las nuevas tecnologías en beneficio de metas articuladas a metodologías que posibiliten la enseñanza.

Laboratorios virtuales

Como se ha venido hablando en esta investigación, la tecnología cumple un papel importante en la sociedad actual y en diferentes áreas del conocimiento como la medicina, la agricultura y la educación. Por tanto, es necesario que los maestros conozcan ventajas y desventajas del uso de algunas plataformas, herramientas o estrategias digitales, para que puedan construir propuestas que tengan una metodología y objetivos claros, en miras de potenciar y fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en la escuela.

Es así, que dentro de las TIC, TAC y TEP hay diferentes plataformas que pueden ser de pago o de libre acceso, algunas son los laboratorios virtuales (LV) y Laboratorios remotos (LR). Los LV son simulaciones de una práctica de Laboratorio Tradicional (LT) a partir de uso de programas o software haciendo uso de programación, que pueden estar en plataformas web a las que sin importar el lugar, se pueda acceder a ellas (Herrera, Triana y Mesa, 2020). Asimismo, Rosado

y Herreros (2005), los definen como “un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un LT” (p.3).

En ese sentido, la UNESCO (2000) en su informe de la Reunión de Expertos en Laboratorios Virtuales, establece la diferencia de LV con LR, definiendo a los LV como “un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación” (p. 11).

Asimismo, para (Arguedas, Concari y Marchisio, 2017) los LV son simulaciones de computadora que simulan una situación en la que se estudian los comportamientos de un área en específico de las ciencias, como la Biología, a partir de modelos preestablecidos que pueden ser realizados por medio de internet (applets) o desde un computador en el que se haya descargado el programa. Entonces, los LV son un medio en el que los maestros pueden proponer una situación experimental que podría darse en un encuentro real dentro de un LT, pero haciendo uso de herramientas y programas en internet o en su computador, de manera que los estudiantes puedan acceder y explorar la herramienta las veces que quieran.

Dentro del origen del concepto de LV y LR, Barrios y Marín (2014, como se citó en Sanchez, 2017) proponen una evolución de estos:

“Desde inicios de la década de los 80 surge el concepto de “instrumento virtual”; para 1991, se propuso un sistema de procesamiento digital de señales y la conexión a internet; en 1993, aparece lo que sería un laboratorio distribuido con el uso a distancia de comandos a un operados de un microscopio electrónico; en 1993, aparece el concepto de colaboración entre intereses de la comunidad científica en general con los ingenieros o informáticos para crear sistemas de comunicación y cálculo con herramientas de colaboración; en 1994, se desarrolla un laboratorio virtual haciendo uso del concepto d simulación y, ese mismo año, se da la primera experiencia de control remoto de un brazo de robot; en 1995, comienza el proceso de formalización del concepto de laboratorio virtual. Definición de principios: colaboración entre usuarios, presencia activa, control completo sobre el entorno y libertad para realizar lo que se desee; en 1999, se desarrolla una detallada especificación de cómo montar un laboratorio virtual con elementos

comerciales disponibles; a partir del año 2000, se masifica el uso del concepto para experiencias simuladas y control remoto, a través de la tecnología y las telecomunicaciones” (p. 15).

Por lo tanto, es hasta el año 2000 que el concepto de LV y LR empiezan a tomar fuerza en diferentes áreas del conocimiento, desde el campo de la ingeniería hasta el campo de la medicina, entonces, aunque es una tendencia relativamente nueva, en la actualidad que se han hecho avances en TIC, es necesario verlos como un medio que pueden ser complementarios en la enseñanza. Asimismo, la UNESCO (2000) considera que los LT no son igual a los LV, pero no hay que verlos como un reemplazo de los LT, sino que pueden ser usados como un complemento dentro de la práctica real, haciendo uso de herramientas que permitan observar y analizar otros aspectos dentro de la experimentación de los que no se había explorado antes o de los que no se tenía mayor conocimiento. Así, los maestros pueden hacer una articulación entre LT y LV, de manera que los estudiantes puedan reforzar los vacíos que puedan tener de los LT, en los LV y también, puedan resolver dudas que tengan de los LV con la guía del maestro en prácticas reales.

Dentro de los LV, existen una serie de niveles de interacción que los maestros deben tener en cuenta a la hora de hacer uso de estas herramientas en su metodología de clase. Rosado y Herreros (2005) los organizan en tres niveles:

- Nivel 1: Dentro de este nivel los LV son entendidos como una aplicación informática, es decir que los LV son ejecutables desde un computador sin necesidad de conexión a internet, puede haber una conexión local, pero el LV puede ser iniciado por los estudiantes desde un programa de simulación previamente guardado en el computador, en el que podrá encontrar contenidos teóricos actividades planteados como hipertextos.
- Nivel 2: Dentro de este nivel, los LV están basados en páginas web establecidas con información de actividades de prácticas de laboratorio, donde puede encontrar enlaces de interés que lo guiaran a sitios web con más información. Consiste principalmente en la búsqueda de información en otras páginas web por medio de navegadores de fácil instalación y de gran interés para el estudiante, sin embargo, la interactividad es bastante baja, dado que no hay simulación de escenarios reales.

- Nivel 3: Ya en este nivel, los LV son usados a partir de conexión a internet basados en algunos lenguajes de programación como Java, Flash, entre otros; en el que los estudiantes están conectados a internet, mientras que interactúan con sus compañeros y el maestro por videoconferencias guiadas, en las que puede haber control y visualización de la pantalla del computador. Las actividades e información teórica se encuentran en un entorno de enseñanza basado en dichos lenguajes.

Es así, como los LV tienen una visión amplia como estrategias didácticas que pueden ayudar a proponer nuevas formas de enseñanza-aprendizaje de algún tema en concreto. En la enseñanza de la Biología, es importante que se den espacios en los que los estudiantes puedan desarrollar su pensamiento crítico, comprender conceptos y teorías que son mediadas a partir de la experimentación, por lo que los LV y LR pueden ser usados para que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos dentro de estas herramientas y puedan contrastar los resultados con nuevos conocimientos (Zamora, 2010).

En ese sentido, los LV y LR son recurso que han sido producto de años de investigación con trabajos prácticos y LT, en los que se resaltan los altos costos de equipos de laboratorio, reactivos, microscopios y demás elementos que son usados en prácticas presenciales. Adicionalmente, el coste de mantenimiento de equipos y los riesgos en manipulación de algunos reactivos en las escuelas, hacen que se limiten estos escenarios (Farias, 2010).

Tabla 4. Tipos de recursos de aprendizaje (Farias, 2010)

		Recurso	
		Real	Simulado
Acceso	Local	Laboratorio Tradicional (LT)	Simulación
	Remoto	Laboratorio Remoto (LR)	Laboratorio Virtual (LV)

De acuerdo con la **Tabla 4**, existe un recurso que establece si es un equipo real o el modelo de un sistema físico, así como el tipo de acceso que establece si los estudiantes y los recursos están en el mismo lugar, entonces, un LT como recurso real requiere de un acceso local o presencial. En ese sentido, la simulación generalmente requiere de recursos en este caso computadores con capacidades para poder correr programas o software que puede ser complejo, por lo que necesita de un lugar especializado ya sea la escuela o la universidad que cuenten con los recursos acorde a esas demandas. La operación remota, les permite a los

estudiantes a acceder a recursos de aprendizaje como LR desde sus computadores sin restricción de tiempo y lugar como en el caso de los LT. Para finalizar, las simulaciones que puedan ser ejecutadas de forma remota o desde cualquier lugar se denominan LV (Farias, 2010).

Laboratorios remotos

Ahora bien, en cuanto a los LR son definidos por García (2000, como se citó en Rosado y Herreros, 2005) como “un sistema basado en instrumentación real de laboratorio (no prácticas simuladas), que permite al estudiante realizar actividades prácticas de forma local o remota, transfiriendo la información entre el proceso y el estudiante de manera uní o bidireccional” (p. 6). Entonces, como se ha venido tratando los LR son aquellos que van ligados a la realidad y como se estableció en la **Tabla 4**, siguen una serie procesos, medidas e instrumentos basados en datos reales, mientras que en los LV los programas están basados en simular situaciones con variantes de lo que sería la realidad (Rosado y Herreros, 2005). Aunque los LR les brinda mayor interactividad a los estudiantes con la realidad, están limitados por los recursos en cuanto a la capacidad del hardware (computadores y sus componentes) y del software (programas compatibles y conocimiento en programación de dichos programas).

Los LR, le brindan a los estudiantes una interactividad mayor que lo que sería con los LV, por lo tanto es más adecuado hacer uso de estas herramientas, si se cuenta con el conocimiento en programación o manejo de algunos lenguajes web para el diseño de estos recursos en los que generalmente se requiere también de un computador con características que pueden ser costosas y que no todo el mundo tiene acceso a ellas. Así se evidencia en la **Tabla 5** en la que se hace un resumen de las ventajas y desventajas para el uso de LT, LV y LR mencionadas por Rosado y Herreros (2005, p. 6-9).

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los LT, LV y LR como recursos de aprendizaje (Rosado y Herreros, 2005)

Recurso de aprendizaje	Ventajas	Desventajas
Laboratorio Tradicional	a) Mayor apropiación de conocimientos teóricos con la experimentación real a través de la observación y el análisis de los	a) Limitaciones en personas, recursos y espacios. b) Problemas de los estudiantes con los tiempos, los dispositivos y la

	<p>acontecimientos.</p> <p>b) Aplicación del método científico por parte de los estudiantes con los conocimientos aplicados a la resolución de problemas.</p>	<p>evaluación.</p>
Laboratorio Virtual	<p>a) Superación de problemas espaciotemporales, en personas y en recursos.</p> <p>b) Aumento de la interactividad en el aprendizaje de conceptos y técnicas.</p> <p>c) Facilidad de encontrar y actualizar recursos de simulación en internet.</p> <p>d) Mayor interactividad de lo que aparece en la pantalla de un computador con el estudiante.</p>	<p>a) El LV no puede sustituir la experiencia práctica de un LT.</p> <p>b) El LV puede convertirse solamente en un recurso visual para el estudiante, por lo que es necesario que haya una metodología y una parte teórica, que estén articulados a unos objetivos y metas específicas (Gras et al, 2000 como se citó en Rosado y Herreros, 2005).</p> <p>c) Los estudiantes no están usando elementos reales en los LV por lo que podría perderse lo que sería la visión de la realidad.</p>
Laboratorio Remoto	<p>a) Optimización del material de laboratorio y recursos humanos.</p> <p>b) Flexibilización de aplicaciones software y carácter abierto de las aplicaciones.</p>	<p>a) Dificultades relacionadas con la instrumentalización del LR.</p> <p>b) Seguridad y fallos en los LR.</p> <p>c) Existen pocas experiencias de enseñanza remota.</p>

Nota: Adaptación propia.

Así, los LT tienen mayor ventaja cuando se trata de una experiencia real, teniendo en cuenta el estudio del fenómeno con sus características y resultados que pueden llegar a variar, sin embargo, los LT generalmente requieren de tiempo y espacio con los que muchas veces no se cuenta, incluso puede llegar a necesitar de reactivos o equipos muy costosos por lo que es un limitante a la hora de llevarlos a la realidad. Mientras, que con el uso de LR la práctica es basada en la realidad, en la que los estudiantes tienen un acercamiento al fenómeno con la posibilidad de repetir alguna parte del procedimiento y potenciar así el trabajo práctico, sin embargo, para el uso de estos recursos es necesario conocimientos por parte del guía (en este caso el maestro) que manipula el programa y de recursos que pueden ser costosos.

Por lo anterior, los LV pueden representar un recurso más alcanzable tanto para maestros, como para estudiantes aprovechando la información que ya existe en páginas web y otras herramientas tecnológicas y de información de las que se puede disponer gratuitamente y pueden ser ejecutados desde cualquier parte. Si bien, un panorama más completo sería el uso de los tres (LT, LV y LR) en conjunto para potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje, es necesario tener en cuenta los alcances reales en el aula de clase y del contexto propio de los estudiantes para hacer uso de estas herramientas.

Entonces, en la situación actual en la que muchos maestros han tenido que optar por herramientas virtuales que permitan enseñar en diferentes niveles educativos, es necesario promover el uso de recursos que permitan mediar los procesos de enseñanza-aprendizaje, más cuando se trata de enseñar temas como microbiología que pueden requerir de prácticas de laboratorio presenciales y no se puede asistir a las escuelas o a las universidades. Aunque, el panorama puede cambiar en algunos meses, es importante pensarse el uso de las TIC, TAC y TEP en las metodologías que se propongan en el futuro (Herrero, Arguedas y Gutiérrez., 2020).

En ese sentido, es claro que hay tecnologías actuales que permiten una mayor interacción entre maestros y estudiantes de clases virtuales, no solamente los que tienen que ver con laboratorios virtuales o la experimentación en el aula, sino herramientas que permiten motivar a los estudiantes por medio de juegos, páginas y programas con los que se pueden crear actividades, que muchas veces son conocidas por el mismo estudiante, pero no por el maestro. Es por esto por lo que es necesario estar en constante formación tecnológica, hacer que el estudiante se integre en su proceso de enseñanza-aprendizaje con la guía del maestro y se fomente la creación de nuevas metodologías de enseñanza basadas en contextos

remotos o virtuales, de manera que el estudiante vea otras maneras de aprender fuera del aula tradicional.

Para finalizar, como varios autores han definido los LV y LR como recursos, herramientas, estrategias didácticas, medios de aprendizaje, para esta investigación se entenderán los LV y LR como los recursos tecnológicos mientras que la metodología, objetivos y metas para usarlos, como una estrategia didáctica que pueda posibilitar la enseñanza-aprendizaje de temas relacionados con la microbiología desde la virtualidad.

Marco Metodológico

Para la presente investigación se definirán aspectos relevantes que serán usados para su desarrollo, tales como la investigación cualitativa, paradigma interpretativo, revisión documental, encuesta, matriz y triangulación. Después, se definirán las fases de investigación, fase 1: identificación de los referentes encontrados en fuentes de libre acceso, fase 2: diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología y la fase 3: validación de la propuesta por docentes expertos y docentes egresados de la Licenciatura en Biología de la UPN.

Investigación cualitativa

La presente investigación será de carácter cualitativo, ya que este tipo de investigación se basa en el análisis, la interpretación y descripción de la información de forma no cuantificable de fenómenos observables. (Cerdeña, 1993) Es representada como un campo interdisciplinar y transdisciplinar, debido a que toma aspectos de diferentes áreas como las humanidades, las ciencias exactas y las ciencias sociales, lo que le permite al investigador ser un sujeto sensible y participativo de su propia investigación, dejando a un lado sus creencias y tomando una postura más humanística y naturalista. (Denzin y Lincoln, 2012).

Así, la investigación cualitativa busca información que pueda ser recolectada, analizada y descrita en el proceso de investigación en la que van surgiendo nuevas preguntas de la interpretación de la información. Además, que antes de dar inicio, durante y después de la investigación cualitativa se formulan preguntas problematizadoras, en las que se busca perfeccionarlas y responderlas basadas en los acontecimientos revelados de la información que no va de manera lineal, sino más bien “circular” de manera que se toman varias veces los datos para poder analizarlos de forma más detallada desde el planteamiento del problema hasta la revisión de los referentes obtenidos en los resultados, ya que algunos pueden variar a lo largo de la investigación, por lo que esto dependerá del investigador y de la información que esté dispuesta para su análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Asimismo, el investigador cualitativo hace una inmersión en el contexto, con la población de estudio con la que determina la viabilidad del estudio y las situaciones o personas que puedan aportar información a la investigación, además

plantea una situación problema que no está necesariamente estructurada completamente, sino que va construyéndose a partir de los análisis y los datos obtenidos de la investigación. No se inicia con una teoría para poder verificarla con una serie de datos y resultados obtenidos como ocurre con la investigación cuantitativa, sino que la teoría que se propone es la que está representada con lo que el investigador puede observar. (Hernández et al., 2014. p. 41).

A su vez, el investigador cualitativo hace uso de diferentes métodos para la recolección de información, tales como entrevistas, revisión de documentos, evaluación de experiencias personales y algunos registros de historias de vida. Por lo que, el campo de estudio del investigador cualitativo es amplio y no se limita a definir o demostrar ciertas partes, sino que dentro de la investigación se busca hacer una interpretación de un todo, como lo afirma Hernández et al. (2014):

“que puede ser desde una perspectiva naturalista (porque estudia los fenómenos y seres vivos en sus contextos, ambiente o en su cotidianidad), e interpretativo (porque trata de darle un sentido a los fenómenos en cuanto al significado que las personas le puedan dar” (p. 42).

Paradigma Interpretativo

El presente trabajo de grado se realizó bajo el paradigma interpretativo teniendo en cuenta que está basado en una problemática del contexto educativo, por lo que el paradigma interpretativo aporta elementos importantes al desarrollo de la investigación en el aula y desde la virtualidad, en un contexto determinado en el que hay dinámicas que no pueden limitarse únicamente a una valoración numérica o cuantificada de datos, sino que hay que tener en cuenta varias perspectivas para el abordaje de un tema en concreto. Entonces, desde el paradigma se establece una interpretación realizada por el investigador teniendo en cuenta una serie de hechos observables en el contexto o en documentos que puedan aportar a la reflexión, valores y creencias que se sumen a una investigación cualitativa, así como el intento que tiene el sujeto investigador por entender un fenómeno, de manera que pueda hacer una descripción de los datos encontrados u observados. (Ricoy, 2006). El paradigma interpretativo surge además de una base construccionista en la que se tiene la visión de que los sujetos no descubren conocimientos, sino más bien los conocimientos se van construyendo, por lo tanto, los sujetos van construyendo conocimientos en su interacción con el ambiente, la cultura y la sociedad que lo rodea (Martínez, 2013. p. 4-6).

Revisión Documental

La revisión documental para Hurtado (2000) es el análisis y recolección de información o de datos que permite identificar, estudiar ideas, describir contenidos y determinar el estado actual de ciertas temáticas por medio de un estudio detallado de documentos de diferentes fuentes, que puedan dar respuesta a las hipótesis planteadas de una investigación cuantitativa o cualitativa. Asimismo, Fernández (2002), define la revisión documental como una manera de recurrir a registros históricos impresos que almacenan información relevante, que no puede expresarse completamente de forma oral y que sea correcta.

También, la revisión documental es una forma de recopilar información en la que se hace una representación de las fuentes encontradas y una descripción de cada una de ellas, en las que se resaltan palabras clave o tendencias que permite clasificarlas de acuerdo con ciertos temas, además que facilita su búsqueda y su acceso. Igualmente, dentro de la revisión documental, se busca dar respuesta a una problemática en concreto alrededor de un tema del que se haya investigado anteriormente, de manera que pueda delimitarse, evaluarse y hacerse un análisis de este (Castillo, 2004).

Dentro de la revisión documental existen tres procesos, el primero tiene que ver con la comunicación ya que se hace una búsqueda de la información y luego permite que pueda ser usada por otros investigadores, de manera que hay una transmisión de nueva información, el segundo proceso tiene que ver con la transformación de la información en la investigación, es decir, se expone a operaciones de análisis que hace que se convierta en nueva información que es de más fácil acceso y difusión y el tercer proceso, es el que tiene que ver con el análisis-sintético, en este proceso los datos estudiados son interpretados y sintetizados para dar lugar a un nuevo documento en el que se exponen algunas de las ideas principales de modo más corto y preciso (Castillo, 2004).

Asimismo, la revisión documental responde a algunas necesidades que surgen a partir del aumento de referentes y de información, entre ellas el reconocer el trabajo realizado por otros investigadores con relación a un tema determinado, identificar partes específicas de información dentro de un documento y tener una idea de lo que se ha venido investigando de un tema o estudio (Peña y Pirella, 2007). En ese sentido, la revisión documental hace una recolección de documentos de diferentes fuentes, tales como libros, revistas, artículos de periódico, folletos y boletines que van acompañados de un instrumento de clasificación como lo sería una matriz de registro de datos (Tamayo y Silva, 2008).

Para Valencia (s. f.), la revisión documental puede desarrollar diferentes posturas tales como:

la manera de identificar investigaciones realizadas anteriormente, autorías y las discusiones que giren alrededor de ellas, permite delimitar el objeto de estudio y consolidar autores para elaborar una base teórica, hacer relaciones entre investigaciones, indagar preguntas y objetivos de diferentes documentos, tener un panorama de las metodologías usadas, establecer similitudes y diferencias de trabajos, categorizar experiencias, resaltar los aspectos más estudiados con métodos de análisis y exponer nuevos conocimientos (p. 3).

Asimismo, la diversidad de fuentes a las que se puede acceder en la revisión documental varía según la naturaleza de la fuente y el objeto de estudio, así como las caracteriza Fernández (2002) pueden ser:

- **Documentos personales:** cartas, agendas, diarios, memorias, autobiografías, discursos.
- **Obras de creación literaria:** poemas, cuentos, ensayos, novelas, historias, obras de teatro.
- **Documentos institucionales:** agendas, afiches, carteles, consignas, folletos, resúmenes ejecutivos, reglamentos.
- **Informaciones periodísticas:** anuncios, editoriales, comentarios, artículos.
- **Productos del trabajo de campo:** material etnográfico, historias de vida.
- **Obras de carácter científico:** reportes de investigación, artículos científicos, revistas, libros, enciclopedias.

De este modo, la revisión documental tiene un amplio campo de estudio como un instrumento en la investigación de tipo cualitativo, en la que se describen una serie de tendencias y bases teóricas que han sido propuestas por otros investigadores que aportan a la construcción de nuevos conocimientos, por lo que para esta investigación es importante hacer una identificación de los laboratorios virtuales como una estrategia didáctica para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología en la virtualidad. Teniendo presente referentes anteriores de manera que puedan ser analizados y categorizados para llegar así al diseño de una estrategia de aprendizaje para estudiantes de educación básica. Dentro de esta

investigación, se propondrán tres fases investigativas que darán respuesta a los objetivos planteados.

Matriz documental

En esta investigación se hará uso de matrices tanto para la identificación y análisis de la información encontrada en fuentes de libre acceso como para las relaciones que puede haber entre laboratorios virtuales y enseñanza de la microbiología como estrategia didáctica, en ese sentido es necesario tener una definición que pueda orientar el trabajo que se va a realizar. Por lo tanto, la matriz es un instrumento científico que permite hacer adecuado y coherente el proceso de la medición de variables independientes en una investigación, creando un marco de comparación racional y ordenada que puede aportar a la construcción de una investigación de análisis documental (Rivas, 2015. p. 5). Entonces, las matrices deben cumplir con tres aspectos según Rivas (2015):

Primero: debe ser congruente, esto quiere decir que hay una linealidad entre el título, la problemática y el método de investigación.

Segundo: debe haber coherencia, por lo que las relaciones entre las posibles variables parte de unos referentes reales, es decir que sean confiables.

Tercero: debe haber un orden en el análisis de las dimensiones, indicadores y preguntas que son resultado de un análisis detallado y ordenado.

También, en las matrices de investigaciones de tipo cualitativo es importante la formulación de categorías de análisis de la información, que posibiliten una observación y medición del fenómeno que se está llevando en la investigación. En estas investigaciones, es recomendable el uso de dos matrices una para la identificación de los referentes y una segunda para la proposición de categorías de análisis (Rivas, 2015). Es así, que para esta investigación se propone dos matrices que permitirán la identificación y la relación de los documentos de acuerdo con la problemática y objetivos planteados.

Encuesta

La encuesta es un instrumento de recolección de información en la investigación que permite generar datos secundarios para poder responder a los objetivos de una investigación. Es así, como se busca encontrar información desde el objeto de estudio y el problema de investigación, además que permite hacer un análisis de

la información obtenida a partir de preguntas respecto a una o más variables que van a ser tenidas en cuenta. Asimismo, se resalta la importancia de tres aspectos básicos que deben tenerse en cuenta a la hora de proponer o hacer uso de este instrumento, como lo son: la naturaleza de la información que se busca, la naturaleza de la población o muestra de sujetos que aportarán la información y el medio o los medios de aplicación del instrumento (Bernal, 2010).

Asimismo, Arias (2020) considera que la encuesta es una herramienta que hace uso de cuestionarios como instrumentos en la recolección de la información. Este instrumento, va dirigido únicamente a personas, de las que se pueden obtener opiniones, posturas e información relevante para una determinada investigación. Algunas ventajas de este instrumento de investigación, es que puede aplicarse de forma virtual o presencial, dependiendo de su naturaleza puede aplicarse a diferentes poblaciones y diferentes contextos, puede tener una amplia temática de posibles respuestas y es confiable estadísticamente.

Triangulación

La triangulación en investigación hace referencia al uso de varios métodos o instrumentos ya sean cualitativos o cuantitativos, que tiene como objetivo la búsqueda de patrones de convergencia que puedan dar explicación o demostrar una interpretación del objeto de una investigación. Así, en una investigación cualitativa se hace uso de varias estrategias para poder estudiar un mismo fenómeno, como en el caso de esta investigación que se hace uso de la revisión documental y el uso de las encuestas como instrumentos para la obtención de datos (Okuda y Gómez, 2005).

También, Okuda y Gómez (2005) aseguran que la triangulación en investigación tiene ventajas, porque si los resultados de ambos instrumentos son similares, entonces habría una corroboración de la investigación, de igual manera, si los instrumentos tienen resultados diferentes, se puede reconocer la complejidad del estudio, que puede enriquecer el planteamiento de otras perspectivas investigativas. Además, que la triangulación es vista como una manera de disminuir información redundante y de tener una perspectiva mucho más amplia desde diferentes instrumentos para el enriquecimiento de una investigación determinada.

Fases de Investigación

Fase 1: Identificación de referentes

En esta fase se dará respuesta al primer objetivo específico en el que se establece la identificación de los referentes bibliográficos relacionados con la enseñanza de la microbiología a partir del uso de laboratorios virtuales. La cual estará dividida en dos partes. 1) Identificación de los referentes y 2) Relacionar la enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia de aprendizaje.

Primera parte: Consiste en hacer una revisión documental en la que se identifiquen los referentes bibliográficos hallados en fuentes de libre acceso como SciELO, Dialnet, Scopus, Google Académico, Redalyc, ERIC, repositorios de universidades públicas y privadas a nivel internacional, nacional y local, en los que se hará la búsqueda delimitada usando palabras clave.

Tabla 6.

Palabras clave para la revisión documental

Microbiología	Diversidad microbiana, diversidad celular, bacterias, virus, hongos, microorganismos, entre otros.
Laboratorios virtuales	Laboratorios remotos, virtual laboratories, remote laboratories.
Estrategia Didáctica	Estrategia de enseñanza, estrategia de aprendizaje, estrategia de evaluación, recurso didáctico, strategies.

Nota. Creación propia.

Asimismo, para la primera parte se propone la **(Tabla 7) Matriz 1** con el fin de organizar y recopilar los referentes encontrados para su revisión, en la que se tuvo en cuenta los siguientes datos:

Tabla 7.

Matriz 1. *Identificación de referentes en fuentes de libre acceso.*

Título	Descripción	Tipo de documento	Año	Autor (es)	País	Fuente de libre acceso	Sitio web

Nota. Creación propia. Título de documento, descripción del documento, tipo de documento, año, autor (es), país, fuente de libre acceso y sitio web o referencia.

La naturaleza de los referentes que se utilizarán será de: tesis, trabajos de grado, tesis de maestría, artículos científicos, revisiones de documentos relacionados con la enseñanza de la microbiología. En la revisión documental se tendrá en cuenta que los referentes hallados deben ser de libre acceso y estar presentes en la web.

Segunda parte: En esta parte, se hará la relación entre la enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia de aprendizaje. Los elementos obtenidos en esta parte aportarán a lo que sería el diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios virtuales de fácil acceso. Para ello, se propuso la **Matriz 2 (Tabla 8)** en la que se tendrá en cuenta el título del documento, la cita según normas APA, documentos hallados en la **Matriz 1** con relación a laboratorios virtuales, microbiología y estrategia didáctica. Además, para esta parte se tendrá en cuenta la codificación como la plantea Álvarez (2017), **(Tabla 9)** que permite organizar, identificar y analizar los referentes encontrados en una investigación documental, en la que se establecen categorías de análisis de la información para determinar las posibles relaciones entre laboratorios virtuales y enseñanza de la microbiología como una estrategia didáctica.

Tabla 8.

Matriz 2. *Relaciones entre enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia didáctica.*

Título del documento	Cita	Laboratorios Virtuales	Microbiología	Estrategia Didáctica

Nota. Creación propia. Título del documento, cita, Laboratorios Virtuales, Microbiología y Estrategia didáctica, son los aspectos que iniciarán la relación de estos apartados y poder tener una visión más clara de aspectos que puedan aportar al diseño de la propuesta didáctica.

Tabla 9.

Codificación. *Relación de los referentes identificados.*

Codificación para la relación entre los referentes encontrados	
Tesis de Pregrado, Tesis Maestría y Tesis Doctorado	T
Artículo	A
Número del Referente	Ejemplo: 1
Laboratorios Virtuales	L
Enseñanza de la Microbiología	M
Estrategia Didáctica	D
Concepto	C
Número de concepto	Ejemplo: C.1.
Ejemplo de codificación	A.1.L.C.1: ” Los laboratorios virtuales constituyen un recurso que permite simular las condiciones de trabajo de un laboratorio presencial superando algunas de las limitaciones de estas actividades y propiciando nuevos enfoques”

Nota. Creación propia. La codificación se realiza para ordenar la información y los conceptos que puedan dar lugar a la relación entre enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia didáctica (Álvarez, 2017).

Fase 2: Diseño de la estrategia

En esta fase se le dará respuesta al segundo objetivo específico en el que se pretende hacer el diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología en la que se haga uso de laboratorios virtuales de fácil acceso. Esta fase estará dividida en dos partes. 1) Encuesta para obtener información de un contexto real con estudiantes de grado noveno de la Fundación Educativa Colegio Diocesano Ricaurte de Fusagasugá y una encuesta para maestros en Biología. 2) El diseño de la estrategia a partir de la información obtenida en la primera fase y los resultados de la encuesta realizada a estudiantes y maestros de Biología, teniendo en cuenta la estructura propuesta por (Feo, 2010) haciendo uso de laboratorios virtuales de fácil acceso.

Primera parte: En esta parte se hará uso de la plataforma Microsoft Forms para la creación de dos encuestas. La primera irá dirigida a 19 estudiantes de grado noveno (10 niñas y 9 niños), que se encuentran en edades entre 13-15 años de la Fundación Educativa Diocesano Ricaurte del municipio de Fusagasugá y la

segunda encuesta será realizada a 11 maestros de la Licenciatura en Biología. Estas, con el fin de recolectar y analizar información verídica de las estrategias que se están implementando para la experimentación en la asignatura de Biología y en particular de temas relacionados con la microbiología desde la virtualidad. Después, se tomarán aspectos de la Fase 1 y del análisis de las encuestas para el diseño de una estrategia didáctica en la que se haga uso de laboratorios de fácil acceso.

Segunda parte: En esta parte se hará uso del artículo titulado *Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas* propuesto por Ronald Feo (2010). Donde se evidenciarán las temáticas, objetivos, metodología, recursos, entre otros, para el diseño de la estrategia en la que se haga uso como recurso los laboratorios virtuales de fácil acceso. Además, que se tendrá en cuenta los Estándares Básicos de Competencias (EBC) para establecer temáticas que son abordadas en grado noveno relacionadas con la microbiología.

Fase 3: Validación de la estrategia didáctica

En esta fase se le dará respuesta al tercer objetivo específico en el que se pretende hacer la validación de la estrategia didáctica desde la postura de docentes expertos y docentes egresados de la Licenciatura en Biología en la que se destacará su pertinencia y viabilidad en la enseñanza de temas relacionados con la microbiología de manera virtual.

Tabla 10.

Grupo de validadores de la estrategia didáctica.

Grupo de validadores	
Nombre	Formación profesional
Leslie Alexa Sánchez	Licenciada en Biología Magister en Educación Universidad Pedagógica Nacional Docente de la Escuela Normal Superior Distrital María Montessori
Paola Andrea Santos Ruiz	Bacterióloga, especialista, Magister y Doctora en Bioquímica. Docente con funciones de coordinación, programa Maestría en Microbiología de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
Javier Cortes Amórtegui	Licenciado en Biología. Magister en

	Microbiología Docente catedrático de la Universidad Pedagógica Nacional- Departamento de Biología.
Yesica Andrea Ordoñez	Licenciada en Biología Universidad Pedagógica Nacional
Carlos Andrés Ortiz	Licenciado en Biología Universidad Pedagógica Nacional
Lina Fernanda Cárdenas	Licenciada en Biología Universidad Pedagógica Nacional

Nota. Creación propia.

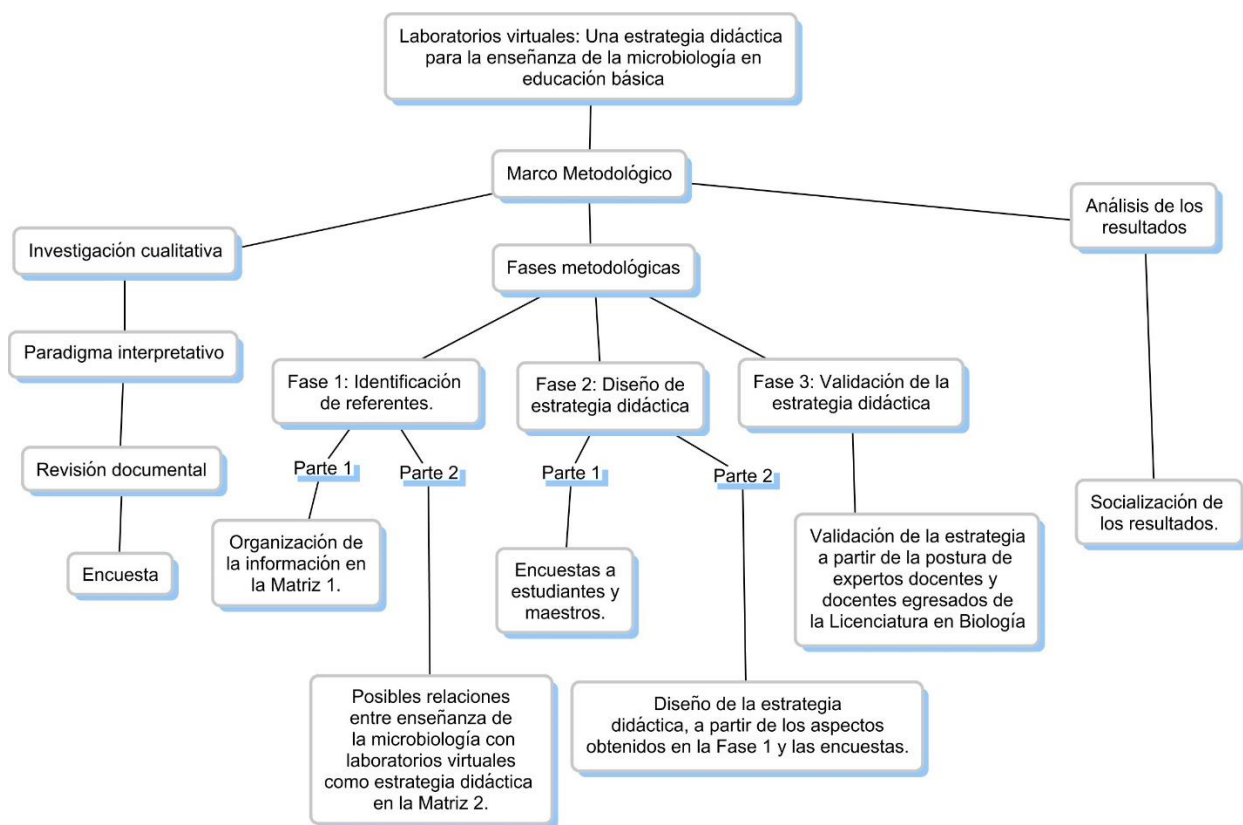


Imagen 1. Resumen del Marco metodológico y las fases de la investigación. Creación propia

Resultados

En este apartado se evidencian los resultados obtenidos en la Fase 1, Fase 2 y Fase 3 dando respuesta a cada uno de los objetivos específicos planteados para esta investigación.

Fase 1: identificaciones referentes.

Parte 1: Revisión documental-identificación

Los resultados obtenidos de la **Fase 1**, se basaron en la identificación de los referentes relacionados con los laboratorios virtuales como una estrategia didáctica de enseñanza como se evidencia en la **Matriz 1** (*ver anexo*). De acuerdo con los parámetros de búsqueda, debían estar en fuentes de libre acceso y cumplir con las palabras claves para su búsqueda propuestas en la **Fase 1** y **parte 1**. Al hacer la revisión documental, se observó que hay poca información de autores que hablen sobre enseñanza de la microbiología haciendo uso de laboratorios virtuales y que los establecieran como una estrategia didáctica (estrategia de enseñanza, aprendizaje y evaluación), aunque se alternaron las palabras clave y se hizo la búsqueda en fuentes de libre acceso que contienen mayormente artículos en inglés como ERIC, no se encontró más información que incluyera los aspectos mencionados anteriormente.

Asimismo, en fuentes de libre acceso en español como Redalyc no se halló información, mientras en otras fuentes como Google Académico y Scopus se encontraron resultados de artículos donde se evidenciaba el uso de laboratorios virtuales en otras áreas como Física y Química, pero en Biología eran menos frecuentes, aún más reducidos en el área de microbiología. Sin embargo, en el área de microbiología, había varios artículos dirigidos a nivel de educación superior y de maestría, además que iban relacionados con programas de medicina, veterinaria o agronomía. Es así, que los referentes encontrados eran mayormente artículos científicos (18), tesis de pregrado (1), tesis de maestría (8) y tesis de doctorado (3). Por lo tanto, en la primera parte de la fase 1 se obtuvieron un total de 30 documentos como se evidencia en la **Tabla 11**.

Tabla 11.

Resultados de la primera parte de la fase de identificación de los referentes.

Resultados de la identificación de los referentes		
Palabras Clave	Resultados para la Identificación	Fuente de libre acceso
laboratorio virtual microbiología Estrategia, diversidad microbiana Laboratorios remotos	11	Google Académico
	0	Dialnet
	0	Redalyc
	3	ERIC
	0	Scopus
	0	SciELO
Virtual Laboratory microbiology, strategies, bacterial, viruses Remote laboratories	13	Google Académico
	0	Dialnet
	0	Redalyc
	0	ERIC
	3	Scopus
	0	SciELO
Totalidad de referentes	30	

Nota. Creación propia. Referentes encontrados en fuentes de libre acceso de acuerdo con las palabras clave.

Dentro de la revisión de los referentes de la **Matriz 1** (*ver anexo*) se evidencio que el enfoque investigativo iba orientado a diferentes contextos y problemáticas educativas, y es así como en la descripción de cada referente se resaltó la importancia que tiene la innovación en la enseñanza de temáticas relacionadas con la microbiología, haciendo uso de diferentes alternativas, recursos o herramientas basadas en la virtualidad. Según López y Morcillo (2007), uno de los obstáculos más frecuentes en la implementación de dichas herramientas o recursos virtuales, es el poco conocimiento que tienen los maestros en TIC o la falta de metodologías en las que se haga uso de contenidos digitales y estén orientados a la enseñanza de temáticas experimentales. También, uno de los obstáculos que se encontraron en la identificación de referentes, es que algunos usaban plataformas basadas en adobe flash, teniendo en cuenta que en el año 2020 esta plataforma dejo de funcionar en gran parte de los navegadores web o eran de pago, además de que algunos no estaban en español, es así que (López y Morcillo, 2007), afirman que hay una necesidad de realizar investigación en el uso de las TIC, plataformas digitales de libre acceso y que estas estén en español.

De igual manera, en los referentes identificados se encontró información de lo que se ha venido investigando en cuanto a la enseñanza de la microbiología haciendo uso de plataformas digitales basadas en las TIC. Algunos llegaron hacer la

comparación de lo que sería una práctica de laboratorio virtual y laboratorio presencial, resaltando que había algunas ventajas en la implementación de estas metodologías, más aún cuando se complementaban.

Parte 2: Posibles relaciones entre los referentes identificados.

Los resultados de la **Parte 2** están basados en los conceptos encontrados en los 30 referentes identificados en la **Parte 1**, de los que se evidencian las posibles relaciones entre la enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia de aprendizaje, tal y como se evidencia en la **Matriz 2** (*ver anexo*). Se hizo una revisión de cada referente en busca de palabras clave (laboratorios virtuales, microbiología, microorganismos, estrategia didáctica, estrategia de enseñanza, estrategia de aprendizaje y estrategia de evaluación), teniendo en cuenta la codificación (**Tabla 9**) adaptada de Álvarez (2017), lo que permitió organizar la información tomando los conceptos que aportaran a esta investigación y poder resaltar las posibles relaciones planteados por diferentes autores. Cabe aclarar, que algunos autores, aunque trataban algunos de los conceptos anteriormente mencionados, no lo hacían a profundidad enfocándose mayormente en los resultados y conclusiones que en la parte teórica, como también que dentro de las relaciones que se mostraran a continuación hacen parte de un proceso de interpretación de la información, al igual que una paráfrasis de los conceptos que se relacionan con las palabras clave, de manera que pueda darle un sentido lógico a dichas relaciones.

Relaciones entre enseñanza de la microbiología con laboratorios virtuales como una estrategia de aprendizaje

Dentro de los conceptos encontrados en la **Matriz 2** (*ver anexo*), se establecieron tres categorías para el análisis de la información, de manera que permitiera hacer una visión general de las posibles relaciones entre ellas. Por lo tanto, cuando se habla de laboratorios virtuales se establecen como un recurso que permite simular condiciones de lo que sería un laboratorio presencial, dejando de lado algunas de las limitaciones a la hora de implementar estas actividades, **A.1.L.C.1** (**López y Morcillo, 2007**), por lo que, permite que puedan enseñarse diferentes temáticas relacionadas con la microbiología, como lo sería la enseñanza de conceptos de ecología como población, factores bióticos o abióticos a partir de estudios del crecimiento de bacterias como indicadores microbiológicos **A.1.M.C.1** (**López y Morcillo, 2007**). Es así, como estos laboratorios virtuales que están en internet se han convertido, en herramientas didácticas ya que posibilitan nuevas formas de

comunicación e interacción, además que superan barreras físicas o temporales **A.1.D.C.1 (López y Morcillo, 2007).**

Asimismo, los laboratorios virtuales son considerados como entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en los que se hace un aprovechamiento de las TIC para ofrecerle a los estudiantes entornos innovadores para potenciar los procesos de enseñanza aprendizaje **A.1.L.C.3 (López y Morcillo, 2007)**, de manera que la percepción que tienen los estudiantes en cuanto a temas relacionados con la microbiología cambie **A.2.M.C.1 (Ortiz et al., 2020)**. Además, en la actualidad hay una necesidad de que los maestros adquieran habilidades en el uso e implementación de estrategias didácticas, que estén basadas en el contexto y el aprendizaje virtual **A.2.D.C.1 (Ortiz et al., 2020)**.

Es por lo anterior, que los laboratorios virtuales que están basados en simulaciones o realidad virtual se consideran interesantes para los estudiantes y sus maestros, que a su vez pueden implementarlos en la enseñanza de las ciencias, de manera que motiven la participación de los estudiantes y estos, puedan dar respuesta a algunos fenómenos a partir de la experimentación interactiva **A.1.L.C.7 (López y Morcillo, 2007)**. Aunque, algunas de estas interacciones pueden verse limitadas, ya que solo permiten observar los fenómenos, pero no interactuar con ellas, es aquí donde entra la metodología didáctica propia del maestro y qué uso le da para que los estudiantes puedan llegar a un aprendizaje, pero lo ideal sería que el maestro haga uso de laboratorios interactivos que le permita a los estudiantes modificar las condiciones del fenómeno y entenderlas **A.1.D.C.5 (López y Morcillo, 2007)**.

También, los laboratorios virtuales tratan de dar respuesta a problemáticas del contexto, ya sea por la limitación de recursos, la falta de instrumentos o un espacio destinado para llevar a cabo una práctica real **A.1.L.C.4 (López y Morcillo, 2007)**, sin embargo por sí solos no pueden dar respuesta a dichas problemáticas, es necesaria la guía del maestro y que haga uso de estrategias didácticas que considere más pertinentes **A.1.D.C.4 (López y Morcillo, 2007)**, dado que algunos factores como el costo, calidad y el acceso a la hora de enseñar temáticas relacionadas con la microbiología son relevantes **A.3.M.C.2 (Vasquez, 2020)**.

Al igual que los laboratorios tradicionales, la implementación de laboratorios virtuales puede tener ventajas, como una mayor apropiación del conocimiento conceptual y teórico, por lo que se podrían implementar conjuntamente para que los estudiantes obtengan mejores resultados **A.4.L.C.1 (Blikstein et al., 2016)**. Además, que como se mencionó anteriormente los estudiantes en un laboratorio

virtual tienen la opción de entrar al recurso las veces que quieran, entonces si se está enseñando un tema como el cultivo de bacterias, los estudiantes pueden repetir varias veces el procedimiento y la distribución de estas en un medio presente por ejemplo en cajas de Petri **A.7.M.C.1 (Makransky et al., 2019)**.

Por otro lado, no es un secreto que el número de estudiantes en la actualidad sea en instituciones educativas o centros de educación superior cuenten con un número muy grande de estudiantes, por lo que muchas veces las temáticas abordadas no pueden adaptarse a las diferentes necesidades de los estudiantes, de manera que cuando se hace uso de laboratorios virtuales esas problemáticas se ven reducidas en tanto que los estudiantes pueden hacer uso de las plataformas interactivas para aclarar conceptos o temáticas abordadas en clase **A.7.L.C.1 (Makransky et al., 2019)**. Como también, la motivación de los estudiantes pro aprender ciencias se ve incrementada, por lo que se puede afirmar que existen beneficios al hacer uso de estos recursos didácticos para la enseñanza de la microbiología **A.7.D.C.2 (Makransky et al., 2019)**.

Adicionalmente, los laboratorios virtuales son considerados también como objetos multimedia interactivos, es decir, que pueden hacer uso de imágenes, sonidos, videos, gráficos, animaciones e hipertextos en miras de alcanzar objetivos de aprendizaje **A.8.L.C.2 (Budhu, 2002; Dobranski et al, 2010, Domingues et al, 2010 como se citó en Ramdani et al., 2018)**, que está basado en las interacciones con computadores, por lo que los estudiantes son mucho más independientes y autónomos en su proceso (**Hopson, Simms y Knezek, 2001, como se citó en Ramdani et al., 2018**). Adicional a ello, dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje hay metodologías de los maestros que influyen significativamente en los resultados obtenidos por los estudiantes **A.8.D.C.2 (Ramdani et al., 2018)**.

En tal sentido, algunos laboratorios virtuales pueden llegar a presentar situaciones problémicas del contexto o desafíos que los estudiantes deben resolver por medio de la interacción **A.8.L.C.3 (Ramdani et al., 2018)**, tales como en la enseñanza de temas relacionados con la microbiología, haciendo que los estudiantes hagan un reconocimiento de determinadas situaciones de la vida real en las que se ven involucradas **T.9.M.C.1 (Bordoy, 2017)**, por tanto cuando el maestro se apoya en las TIC para la realización de sus clases, elaboración de trabajos, uso de simulaciones, entre otras alternativas, los estudiantes pueden llegar a lo que sería un aprendizaje **T.9.D.C.1 (Bordoy, 2017)**.

Continuando con lo anterior, la enseñanza de la microbiología es necesaria en nivel secundario y universitario. Es importante que los estudiantes comprendan la

necesidad de lavarse las manos, de tener precauciones a la hora de tomar antibióticos indiscriminadamente, conservar bien los alimentos y que puedan identificar las posibles infecciones en los demás organismos (animales y plantas) **T.9.M.C.2 (Bordoy, 2017)**, es así que cuando se hace uso de laboratorios virtuales, se resalta la cantidad de posibilidades que pueden ser una ventaja en los procesos de enseñanza, de manera que se deja a un lado las problemáticas de infraestructura, recursos o equipos, para potenciar el aprendizaje temáticas como las bacterias y su interacción con el medio en el que habitan **T.9.L.C.3 (Bordoy, 2017)**.

Así pues, los laboratorios virtuales son visto como programas interactivos e intuitivos **T.13.L.C.2**, que permite la realización del trabajo experimental, dejando de lado los limitantes a nivel práctico o ético al tratar temas como zoología, botánica o microbiología **T.13.M.C.1**. Entonces, tienen la posibilidad de abordar los diferentes niveles de aprendizaje de los estudiantes y deja de lado otro limitante y es el tiempo en el que se realizan prácticas de laboratorio de manera presencial **T.13.D.C.2 (López, 2009)**.

Entonces, los laboratorios virtuales cumplen diferentes funciones, entre ellas la función pedagógica en la que permite que los estudiantes asimilen conceptos, teorías e hipótesis investigativas que pueden ser útiles en su diario vivir **T.25.L.C.2**, al igual que el aprendizaje de temas relacionados con la microbiología que esté basado en su contexto y experiencia de manera que pueda desarrollar habilidades, valores y actitudes ante el mundo microbiano. **T.25.M.C.1** El uso de los laboratorios virtuales en los procesos de enseñanza-aprendizaje les permite a los estudiantes que no tienen la oportunidad de estar en una práctica real, desarrollar todas estas habilidades desde casa dentro de una plataforma interactiva que está siendo orientada por el maestro. **T.25.D.C.2** De manera que, es necesario que al tener en consideración estos recursos el maestro tenga una metodología, metas u objetivos claros, además una estrategia de evaluación que garantice que los estudiantes adquieran estos conocimientos, es por ello que antes de aplicar cualquier estrategia es necesario que haya un proceso de validación y evaluación por parte de pares o expertos **(Chimbo, 2017)**.

Para finalizar, cabe aclarar que para la realización de la **Parte 2** de la identificación de los referentes, no se tomaron todos los conceptos de la **Matriz 2** (ver anexo), dado que algunos ya habían sido tomados por otros autores o resultaban redundantes a la hora de realizar el escrito, sin embargo, si se quiere profundizar en los conceptos tomados de los 30 referentes es necesario ver la matriz ya mencionada.

Fase 2. Diseño de la estrategia didáctica

Para esta fase se dio respuesta al segundo objetivo específico en el que se proponía el diseño de una estrategia didáctica que hiciera uso de laboratorios virtuales de fácil acceso para la enseñanza de temas relacionados con la microbiología. Primeramente, se tomaron aspectos de la **Fase 1**, con relación algunos laboratorios virtuales de fácil acceso y se tuvo en cuenta que fueran gratuitos, que estuvieran disponibles al momento de acceder y que manejaran temáticas relacionadas con la microbiología.

Posteriormente, se propuso dos encuestas (**ver anexo**) que se iban a realizar en la plataforma Microsoft Forms de manera que los estudiantes y los docentes pudieran diligenciarla sin ningún inconveniente. Para la encuesta enfocada a los estudiantes, se tuvo en cuenta un consentimiento informado para padres (**ver anexo**), para que dieran el aval a sus hijos/as de participar en esta investigación. Luego, las encuestas que iban dirigidas a docentes de biología con el fin de determinar las tendencias en cuanto a la enseñanza de la microbiología desde la virtualidad, alternancia o presencialidad, teniendo en cuenta la aplicación de laboratorios presenciales, caseros o virtuales para la enseñanza de temáticas relacionadas con la microbiología.

Después, de haber obtenido los resultados de las dos encuestas y de la **Fase 1**, se tomó como referente el artículo titulado “*orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas*” de Ronald Feo (2010), con el que se dio inicio al diseño de una estrategia didáctica en la que se hiciera uso de laboratorios virtuales de fácil acceso, teniendo en cuenta una serie de temáticas relacionadas con la microbiología orientadas a un contexto virtual y una vez estaba la propuesta se hizo envío de esta para su respectiva validación por docentes licenciados en biología y expertos docentes para su aprobación.

Parte 1. Encuestas a estudiantes y docentes

Encuesta a estudiantes de la Fundación Educativa Diocesano Ricaurte del municipio de Fusagasugá (Cundinamarca)

Ahora bien, en cuanto a los estudiantes de la Fundación Educativa Diocesano Ricaurte del municipio de Fusagasugá se pudo contar con la participación voluntaria de 19 estudiantes de grado noveno (10 niñas y 9 niños), de diferentes cursos de edades entre 13-16 años. Fue importante resaltar con los estudiantes que era una encuesta voluntaria y que solo los que contaban con el

consentimiento informado de sus padres (*ver anexo*), podían hacer parte de la investigación. La encuesta estaba en la plataforma Microsoft forms y contaba con 17 preguntas en las que se les preguntaba su nombre, edad, curso y las tendencias sobre las prácticas de laboratorio. Entonces, para esta parte se tomarán las preguntas más relevantes para su análisis y se mantendrá la identidad de los estudiantes en el anonimato, ejemplo: **Estudiante 1 (E1)**.

6. ¿Qué laboratorios han realizado en las áreas de Química, Física y Biología? **Múltiple respuesta**

[Más detalles](#)

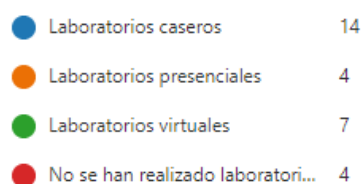


Imagen 2. Gráfica, pregunta 6 encuesta a estudiantes.

Por lo tanto, como se observa en la **imagen 2** en las áreas de Química, Física y Biología el 48% de los estudiantes manifiestan que se han realizado mayormente laboratorios caseros, seguido del 24% de laboratorios virtuales, sin embargo, el 14% manifestaron que se han realizado laboratorios presenciales y otro 14% que simplemente “no se han realizado laboratorios”. Según (Romero et al., 2017), las prácticas de laboratorio generalmente son realizadas en áreas como Química, Física y Biología, por lo que tienen una importancia para el desarrollo de habilidades experimentales y críticas frente a fenómenos de la naturaleza.

7. ¿Con qué frecuencia se realizan **laboratorios virtuales** en las clases de Física, Química y Biología?

[Más detalles](#)

● Más de 2 por semana.	1
● Menos de 2 por semana.	5
● Cero	13



Imagen 3. Gráfica, pregunta 7 encuesta a estudiantes

8. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios presenciales o caseros en las clases de Biología?

[Más detalles](#)

● Más de 2 por semana.	0
● Menos de 2 por semana.	6
● Cero.	13



Imagen 4. Gráfica, pregunta 8 encuesta a estudiantes

9. ¿Con qué frecuencia se realizan **laboratorios virtuales** en las clases de Biología?

[Más detalles](#)

● Más de 2 por semana.	1
● Menos de 2 por semana.	7
● Cero.	11



Imagen 5. Gráfica, pregunta 9 encuesta a estudiantes

Como se observa en la **imagen 3**, ante la pregunta de la frecuencia de los laboratorios virtuales en las áreas de Física, Química y Biología el 68% de los estudiantes manifestaron que se no se realizan o que la frecuencia es “cero” en un tiempo estimado de una semana, mientras el 26% afirmaron que eran “menos de 2 por semana” y el 5% eligió “más de 2 por semana”, asimismo en la **imagen 4**, se les pregunto la frecuencia de laboratorios presenciales o caseros en el área de

Biología, a lo que el 68% de los estudiantes respondieron “cero”, seguido del 32% de que eligieron “menos de 2 por semana” y ninguno “más de 2 por semana”. Por otro lado, en la **imagen 5** se les pregunto la frecuencia de realización de laboratorios virtuales en las clases de biología a lo que 58% a lo que respondieron “cero”, seguido del 37% que eligieron “menos de 2 por semana” y 5% “más de 2 por semana”.

Entonces, basado en los resultados de las gráficas obtenidas en las imágenes anteriores, hay una tendencia en que los estudiantes eligieran “cero” de la frecuencia de laboratorios presenciales o caseros tanto en las áreas de Física, Química y Biología en un tiempo estimado de una semana, algo que también sucedió cuando se les pregunto si se realizaban laboratorios virtuales en el área de biología. Es así, que estos resultados indican que los laboratorios presenciales y caseros no se están implementando seguidamente, igual pasa con laboratorios virtuales. Esto, puede suceder dado que las instituciones educativas no cuentan con los recursos, instrumentos como microscopios y reactivos, además de un espacio destinado para la realización de prácticas de laboratorio presencial. Asimismo, la virtualidad ha sido limitante para abordar temáticas que requieran experimentación presencial, sin embargo, aunque existen algunos recursos basados en laboratorios virtuales, según las imágenes anteriores no se han implementado dentro de las metodologías de enseñanza de estas áreas.

10. ¿Del 1-10 qué tanto le gustaría que se realicen **laboratorios virtuales** en las clases de Biología? (teniendo en cuenta que 1 equivale a no me gustaría en lo absoluto y 10 equivale a me gustaría mucho que se realicen)

[Más detalles](#)

19
Respuestas

8.74
Promedio

Imagen 6. Promedio pregunta 10 encuesta a estudiantes

11. ¿Sobre qué temas le gustaría que se realizaran laboratorios virtuales en el área de Biología?

Múltiple respuesta

[Más detalles](#)

- Teoría celular (características g... 7
- Diferenciación de células euca... 9
- Características de bacterias (di... 8
- Diversidad microbiana y su ap... 10
- Otra ¿Diga cuál en la siguiente... 2



Imagen 7. Gráfica, pregunta 11 encuesta a estudiantes

13. ¿Considera que el uso de **laboratorios virtuales** lo motivarían a aprender más acerca de la Biología?

[Más detalles](#)

- Sí 14
- Tal vez 5
- ¿Por qué? (Responda en la sig... 0



Imagen 8. Gráfica, pregunta 13 encuesta a estudiantes

15. ¿Considera que el uso de **laboratorios virtuales** lo motivarían aprender acerca de los microorganismos?

[Más detalles](#)

- Sí 9
- Tal vez 9
- ¿Por qué? (Responda en la sig... 1



Imagen 9. Gráfica, pregunta 15 encuesta a estudiantes

Asimismo, como se observa en la **imagen 6** se les indico a los estudiantes que dieran una puntuación de 1-10 (1 siendo no me gustaría y 10 me gustaría mucho que se realicen) para determinar que tanto les gustaría que se implementaran laboratorios virtuales para la enseñanza en el área de Biología. El promedio

obtenido fue de 8.74. También, en la **imagen 7** se les pregunto qué temáticas les gustaría que se abordaran en el área de biología haciendo uso de laboratorios virtuales a lo que el 28% de los estudiantes afirmaron que les gustaría aprender acerca de la temática de “Diversidad microbiana y su aplicación a la industria”, seguidamente del 27% que les gustaría aprender acerca de la temática “Diferenciación de células eucariota (Animales, Hongos, Plantas y otras)”, otro 25% les gustaría aprender acerca de “características de bacterias”, un 17% les gustaría aprender acerca de “Teoría celular” y un 3% sobre otras temáticas.

También, en la **imagen 8** se les pregunto si creían que los laboratorios virtuales le motivarían a aprender acerca de la biología, el 74% de los estudiantes afirmaron que “Sí” y el otro 26% restante respondieron que “tal vez”. Además, en la **imagen 9**, se les hizo una pregunta similar, solo que esta vez orientada al aprendizaje de microorganismos a lo que el 47% respondió que “sí”, otro 47% respondió “tal vez” y un 6% quiso responder de inmediato a la siguiente pregunta abierta como se observa en la **Tabla 12**.

Por lo anterior, los estudiantes ven la necesidad de que se les motive aprender temáticas de Biología, y las que están relacionadas con la microbiología. Según (Ortiz et al., 2020), en momentos como los de una pandemia es necesario que se propongan diferentes alternativas que den respuesta a las necesidades del mundo actual y del contexto en específico. Más, cuando se habla de uso de laboratorios virtuales o simuladores que posibilitan la enseñanza de temáticas que requieren de experimentación y de conocimientos teóricos, que pueden aplicarse para dar respuesta a unos fenómenos en concreto, con el fin de motivar a los estudiantes con metodologías innovadoras de enseñanza. Más aún, cuando es evidente como lo han manifestado los estudiantes en las imágenes anteriores que hay poca experimentación tanto presencial, casera y virtual.

Tabla 12

Pregunta 16. Encuesta a estudiantes

16. ¿Por qué considera que el uso de laboratorios virtuales le motivaría aprender acerca de los microorganismos?	
Estudiante	Postura
E1	"Porque es un cumplimento de información en un solo lugar"
E2	"Porque puede que los laboratorios nos enseñen cosas que sean muy interesantes y uno quiera seguir aprendiendo o puede que uno aprenda lo que vio en ese laboratorio y no quiera aprender más"
E3	"La verdad me gustaría hacer laboratorios, pero no virtuales, me parece más aburrido y me puedo perder más rápido."
E4	"Porque es algo en lo que me interesa estudiar y sería bueno tener bases"
E5	"Es más fácil de ver cómo es un microorganismo por los laboratorios"
E6	"Para conocer más teoría"
E7	"Si el tema del laboratorio es ese, seguro aprendería."
E8	"me intereso más sobre el tema"
E9	"Me gustaría aprender más sobre los microorganismos, sin embargo, creo que eso se complicaría más si se hace de manera virtual"
E10	"Porque la mayoría de veces se aprende de manera teórica."
E11	"Porque nos explica de formas diferentes"
E12	"Porque usualmente solo nos enseñan lo teórico así que cuando lo hacemos de manera más práctica podremos aprender más y memorizarlo mejor."
E13	"Por sus características porque puedo aprender más"
E14	"Quiero conocer cómo son, como se desplazan, me interesa porque puedo ver aquello que no vemos, pero que, si existe, pero no se puede visualizar."
E15	"Porque hay muchas cosas por descubrir y es más sencillo de aplicar"
E16	"Porque se hace todo más entendible mediante esto"
E17	"no creo que el laboratorio virtual motive, puede ser algo simple en alguna página en internet en donde nos podemos desconcentrar más fácil"
E18	"Es un tal vez ya que va dependiendo de los gustos de la encuesta"
E19	"Porque es más didáctico"

Tabla 13.

Pregunta 17. Encuesta a estudiantes

17. Sugerencias para la aplicación de laboratorios en la clase de Biología (opcional)	
Estudiante	Postura
E1	"Me gustaría que los laboratorios se realizaran de manera presencial, para tener mejor entendimiento."
E2	"Hacer laboratorios, ya que no nos hacen"
E3	"Laboratorios más seguidos"
E4	"Experimentos más complejos y efectivos"
E5	"Hacer algo más didáctico no sólo conceptos"
E6	"Que sean divertidos y didácticos"

En las **Tablas 12 y 13**, los estudiantes exponen su postura de por qué los laboratorios virtuales los motivarían aprender acerca de los microorganismos, resaltando varios aspectos importantes como lo es la motivación, bases teóricas, contenido mucho más didáctico, más interesante, entre otros. Sin embargo, otros estudiantes afirmaron que la enseñanza de los microorganismos haciendo uso de laboratorios virtuales se dificultaría mucho más, ya que podría haber distracciones, no sabrían cómo manejar estas plataformas o simplemente lo ven como la manipulación de una página web que no motiva. Entonces, el uso de laboratorios virtuales por si solos como un recurso sin una base teórica, temáticas, objetivos y metas claras de aprendizaje, pueden convertirse en metodologías aburridas, como mencionaron algunos estudiantes. Ortiz et al., (2020) afirma que es necesario plantear nuevas metodologías didácticas, pero que estén basadas en las expectativas de los estudiantes, en las temáticas del currículo y el contexto de cada grupo para poder llegar a un aprendizaje.

Encuesta realizada a docentes

Para la realización de la encuesta de docentes se contó con 11 participantes (10 Licenciados en Biología y 1 Licenciado en Química) 7 mujeres y 4 hombres que daban clases en las áreas de Física, Química y Biología. La encuesta fue realizada a través de la plataforma Microsoft forms y contaba con 21 preguntas, de las cuales se tendrán en cuenta las más relevantes que aporten a la presente investigación, cabe aclarar que la identidad de los encuestados se mantendrá en el anonimato, ejemplo: **Docente 1 (D1)**.

6. ¿Con qué frecuencia realiza laboratorios prácticos en las clases de Física, Química y Biología?

[Más detalles](#)

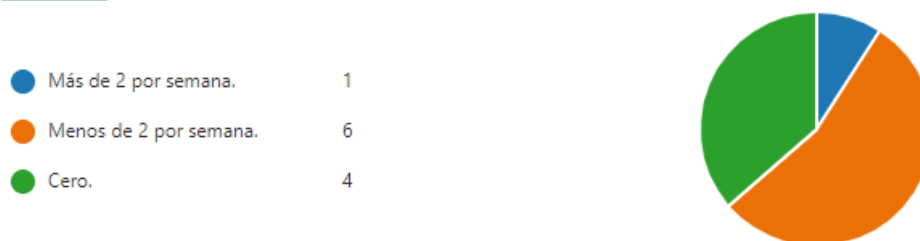


Imagen 10. Gráfica, pregunta 6 encuesta a docentes

7. En un lapso de 6 meses usted ¿Cuántos laboratorios caseros o presenciales implementa dentro de su metodología de enseñanza?

[Más detalles](#)

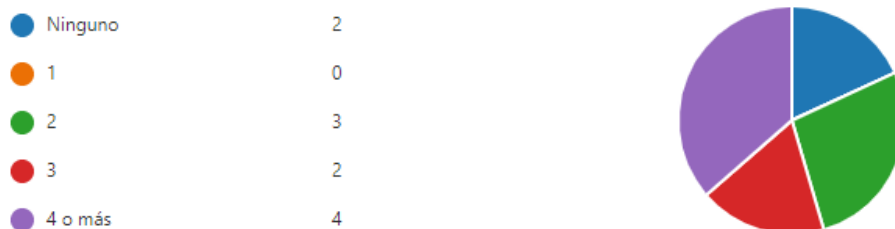


Imagen 11. Gráfica, pregunta 7 encuesta a docentes

En la **imagen 10** se hace una pregunta relacionada con la frecuencia de laboratorios prácticos en las clases de Física, Química y Biología. El 55% de los docentes respondió “menos de 2 por semana”, otro 36% respondió “cero” y el 9% restante respondió “más de 2 por semana”. Asimismo, en la **imagen 11**, se les pregunto en un lapso de 6 meses la cantidad de laboratorios caseros o presenciales que implementa dentro de su metodología de enseñanza, a lo que respondió el 36% “4 o más”, el 27% “3”, el 27% “2” y “ninguno” el 18% restante. Este resultado, se relaciona con la encuesta realizada a los estudiantes en la que manifestaban que los laboratorios presenciales eran escasos y las temáticas eran solamente teóricas o se optaba por realizar laboratorios caseros. Según (Ortiz et al., 2020), en el año 2020 ante la realidad que se empezaba a vivir, muchas instituciones tanto de educación escolar y universitaria, tuvieron que cerrar sus puertas a la presencialidad y empezar a adaptar las metodologías a las clases virtuales. Con ello las clases que eran teórico-prácticas o que requerían de laboratorios presenciales dejaron de realizarse y se convirtieron en clases teóricas o catedráticas, por lo que algunas temáticas como la microbiología pasaron de vivir la experiencia a partir de la experimentación a evidenciar la experiencia de otros por medio de videos, imágenes u otras alternativas a las que los docentes adoptaron basadas en las TIC.

Aunque en la actualidad, algunas instituciones han empezado con modalidades como la alternancia, según los resultados obtenidos en las encuestas de los docentes y de los estudiantes la experimentación práctica o presencial está bastante reducida. Es por esto, que se resalta la necesidad de proponer alternativas y de evidenciar los recursos a los que los docentes y estudiantes pueden acceder para la simulación de lo que sería una práctica de laboratorio virtual orientado a la enseñanza de temáticas de Biología y de Microbiología.

8. ¿Qué laboratorios ha realizado en las áreas de Química, Física y Biología? **Múltiple respuesta**

[Más detalles](#)

● Laboratorios caseros	9
● Laboratorios presenciales	6
● Laboratorios virtuales	4
● No se han realizado laboratori...	2



Imagen 12. Gráfica, pregunta 8 encuesta a docentes

9. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios presenciales o caseros en las clases de Biología?

[Más detalles](#)

● Más de 2 por semana.	1
● Menos de 2 por semana.	7
● Cero.	3



Imagen 13. Gráfica, pregunta 9 encuesta a docentes

12. ¿Con qué frecuencia se realizan **laboratorios virtuales** en las clases de Biología?

[Más detalles](#)

● Más de 2 por semana.	1
● Menos de 2 por semana.	6
● Cero.	4



Imagen 14. Gráfica, pregunta 12 encuesta a docentes

En la **imagen 12** se les pregunto a los docentes que laboratorios han realizado en las áreas de Física, Química y Biología, el 43% respondió “laboratorios caseros”, el 29% “laboratorios presenciales”, el 19% “laboratorios virtuales” y el 10% manifestó no haber realizado laboratorios. También, en la **imagen 13** se les preguntaba a los docentes la frecuencia de la realización de laboratorios

presenciales o caseros en el área de Biología, el 64% manifestó que “menos de 2 por semana”, el otro 27% “cero” y el 9% restante “más de 2 por semana”. Mientras, que en la **imagen 14**, se les pregunto con qué frecuencia realizaban laboratorios virtuales en las clases de Biología, a lo que el 55% respondió “menos de 2 por semana”, el otro 36% “cero y el 9% restante, manifestó “más de 2 por semana”.

Es así, que como se evidencia en las imágenes anteriores, los docentes manifestaron haber realizado laboratorios caseros con un porcentaje medianamente alto e incluso algunos manifestaron el haber realizado laboratorios presenciales, recordando que algunas instituciones educativas están en alternancia por lo que algunos docentes han vuelto a implementar los laboratorios presenciales en sus metodologías de enseñanza. Sin embargo, en cuanto a la frecuencia de los laboratorios presenciales varios manifestaron que eran “menos de 2 por semana” y un porcentaje muy bajo manifestó “más de 2 por semana”, cabe aclarar que la experimentación en el aula es dependiente de la temática tratada por los docentes, sin embargo, en el área de Biología es necesaria para poder llevar a la práctica las bases teóricas con los estudiantes.

Por otro lado, los docentes manifestaron que en cuanto a la realización de laboratorios virtuales eran “menos de 2 por semana” y algunos incluso manifestaron que era “cero” por lo que este resultado puede estar relacionado con la necesidad de que los docentes tengan conocimiento en TIC y en las simulaciones de libre acceso que están presentes en la web, aunque algunas de ellas como se evidencio en la **Fase 1** de identificación son de pago o están en inglés, existen aquellas que hacen uso de un vocabulario que los docentes pueden manejar sin mayor dificultad al igual que los estudiantes, además que algunos de estos recursos son de fácil acceso y al ser interactivos el idioma deja de ser un limitante tan importante cuando se cuenta con la guía del docente.

Tabla 14.

Pregunta 14. Encuesta a docentes

14. Según la calificación anterior, por favor explique ¿por qué?	
Docente	Postura
D1	“La experimentación como el vínculo importante de acercamiento al conocimiento científico y forma real de hacer práctica la química, física y por supuesto la biología “
D2	“Por qué ayuda a los estudiantes a ver de forma real la teoría “
D3	“Dentro de la formación científica, se hace indispensable la elaboración de laboratorios donde los estudiantes indaguen y pongan a prueba por medio del

	método científico lo aprendido en clase. “
D4	“Con la realización de los laboratorios, se lleva la teoría a la acción potenciando múltiples capacidades en el campo biológico o bien sea el caso, en Química. “
D5	“Porque siempre es importante manejar un buen trabajo práctico para enriquecer la experiencia del aprendizaje “
D6	“Porque considero que los estudiantes aprender mejor sobre los fenómenos y conceptos cuando los experimentan y evidencian como y que ocurre, más que en la teoría. “
D7	“Es de gran relevancia que nuestros estudiantes desarrollen habilidades científicas logrando relacionar lo aprendido en clase con su cotidianidad, utilizando la practica como herramienta de enseñanza y aprendizaje, pues se suele afianzar en mayor medida este tipo de ejercicios o acercamientos a la construcción de conocimiento o esquemas de este, es decir, lo que el estudiante aprende y cómo lo estructura en su mente para llegar a la comprensión de determinado tema. “
D8	“Permite afianzar ciertos conocimientos teóricos, así como analizar la manifestación del fenómeno con base a la teoría. “
D9	“Porque si bien se explica y se conceptualiza de manera teórica algún tema en específico, al llevarlo a la práctica se podrían generar conocimientos más cercanos a lo que se está realizando, así mismo se construyen ideas a partir de la práctica que se realiza “
D10	“Porque las ciencias según el método científico requieren obligatoriamente de un componente experimental para responder preguntas de investigación, generar hipótesis y corroborar o falsear teorías “
D11	“Porque acerca al estudiante y permite que vea la enseñanza de la biología de otra manera, no lo he hecho por pandemia “

Tabla 15.

Pregunta 18. Encuesta a docentes

18. ¿Considera que el uso de laboratorios virtuales motivaría a los estudiantes aprender acerca de los microorganismos?	
Docente	Postura
D1	“Si”
D2	“Dependería el laboratorio”
D3	“En definitiva si, pues a través de la curiosidad y la experimentación se logra comprender un mundo tan abstracto como lo es la microbiología.”
D4	“Si, los microorganismos poco se manejan en el aula de clase, en su mayoría de veces por falta de material, pero contando con otras herramientas, el aprendizaje puede ser pertinente.”
D5	“Puede ser una buena herramienta de aprendizaje en compañía de trabajo teórico”
D6	“Si”
D7	“Posiblemente, debe ser llamativa la propuesta, sencilla y acorde a la edad y contexto del grupo de estudiantes”
D8	“Puede despertar mayor curiosidad en los estudiantes, ver cosas que en la cotidianidad no pueden o no se habían detenido a pensar.”
D9	“Si”
D10	“Todo depende de cómo se direccionen las temáticas, sin embargo, es muy

	posible que motive principalmente a Estudiantes con estilo de aprendizaje visual y lógico matemático”
D11	“Sí”

Ahora bien, en cuanto a las **Tablas 14 y 15** los docentes manifestaron su postura ante dos aspectos importantes en la actualidad. El primer aspecto se discute en la primera tabla en la que los docentes argumentan las razones de la importancia de la experimentación en el área de Biología, en ese sentido (Romero et al., 2017) afirma que existe una relación entre la teoría y la experimentación, al igual que los medios para llegar a implementarlas en las clases de ciencias. La teoría y la experimentación no pueden abarcarse una independiente de la otra en los procesos de construcción de conocimiento (Romero y Aguilar, 2013, como se citó en Romero et al., 2017). Es así, que los docentes toman una postura en la que afirman que la experimentación es un vínculo que posibilita un acercamiento científico a las áreas de Física, Química y biología. También, afirman que las habilidades científicas son esenciales en la formación de los estudiantes, para que tengan posturas críticas ante los acontecimientos que ocurren en su cotidianidad. Además, del uso del método científico que requieren de experimentación, para la proposición de hipótesis o corroboración o falsear posturas teóricas.

Por otro lado, en la segunda tabla en cuanto a la postura que tenían los docentes en relación con el uso de laboratorios virtuales que motivaran a los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología. Los docentes determinaron que efectivamente es posible que este tipo de recursos didácticos despierten el interés en los estudiantes, sin embargo, resaltan que es importante que estén orientados de acuerdo con unas temáticas, al contexto en particular de los estudiantes tanto sus edades y su cotidianidad. Asimismo, (Blikstein et al., 2016) resalta las ventajas de hacer uso de laboratorios presenciales en conjunto de laboratorios virtuales, de manera que los estudiantes puedan contrastar la información encontrada en la teoría con la información obtenida en la práctica presencial y la virtual.

19. ¿Qué aspectos considera pueden ser limitantes a la hora de realizar prácticas de laboratorio?
Múltiple respuesta

[Más detalles](#)

● Falta de recursos	9
● Falta de conocimientos	2
● Tiempo	7
● La virtualidad	5
● Otro (responda en la siguiente...	2



Imagen 15. Gráfica, pregunta 19 encuesta a docentes

Tabla 16.

Pregunta 20. Encuesta a docentes

20. ¿Otros aspectos que considere pueden ser limitantes a la hora de realizar prácticas de laboratorio?	
Docente	Postura
D1	“Algunas temáticas dispuestas en el currículum”
D2	“El internet, la disposición de los estudiantes, que este en el currículum del colegio”
D3	“La disciplina de los estudiantes. No todos están dispuestos a realizar las prácticas, el curso debe estar dispuesto a seguir las indicaciones y no tomar el laboratorio como un espacio de juego.”
D4	“Falta de prácticas de laboratorio con materiales caseros”
D5	“La importancia que el estudiante le de al tema, debido a que si no es de su interés particular, seguramente no lo hará, pero sí de alguna manera se le muestra al estudiante que el laboratorio le sirve para la vida (cotidianidad), seguramente querrá saber más”
D6	“Pandemia, distanciamiento social”

Tabla 17.

Pregunta 21. Encuesta a docentes

21. Sugerencias para la aplicación de laboratorios en la clase de Biología (opcional)	
Docente	Postura
D1	“Para primaria y bachillerato deben ser muy sencillos, simples y muy prácticos que les permita relacionar el conocimiento práctico diario con el conocimiento científico propio”

D2	“El orden y paso a paso son fundamentales.”
D3	“Contar con el material en el colegio, si no se tiene, tratar que los estudiantes lo traigan pero que no sea muy costoso (Según el poder adquisitivo de los estudiantes).”
D4	“Buscar estrategias prácticas que se puedan realizar sin necesitar estrictamente de un laboratorio o sus instrumentos”
D5	“Siempre tener plan B, C, D”
D6	“Para la aplicación de los laboratorios en la clase de biología sería pertinente recurrir a laboratorios caseros y ahora en tiempos de virtualidad apoyarse de laboratorios virtuales para así mismo fortalecer las habilidades de los estudiantes.”
D7	“Adicionalmente sugiero la utilización de aplicaciones para smartphone y iPhone que permitan potencializar los recursos de la clase”

Finalmente, en cuanto a la **imagen 15** se le pregunto a los docentes acerca de los aspectos que consideraran limitadores a la hora de realizar prácticas de laboratorio, el 36% respondió “falta de recursos”, el 28% resalto “el tiempo”, el 20% determino que un limitante era “la virtualidad”, el 16% restante eligió “falta de conocimientos” y “otros”. En la **Tabla 16**, los docentes mencionan algunos limitantes adicionales en los que se resalta las temáticas del currículo, la conexión a internet y disposición de los estudiantes, resaltando que los laboratorios dentro de la metodología de enseñanza no deben ser vistos por los estudiantes como un espacio de juego y que las temáticas sean tanto de interés para el estudiante como también este relacionados con su contexto cotidiano.

Parte 2. Diseño de la estrategia didáctica

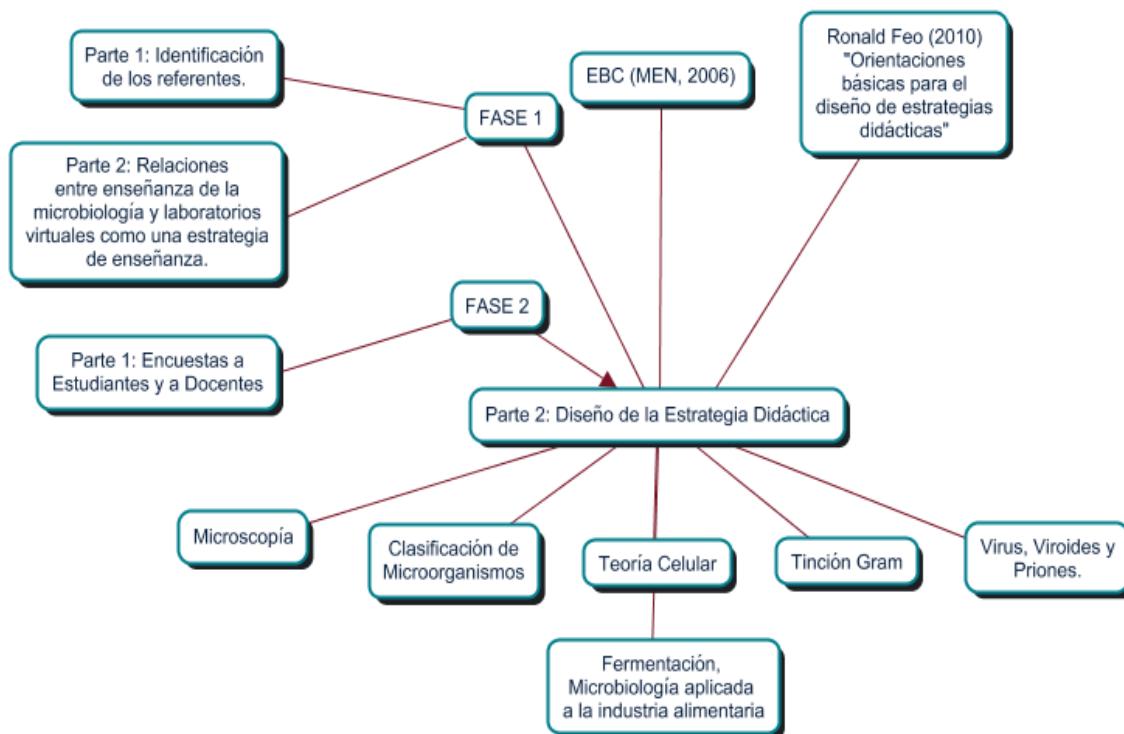


Imagen 16. Diseño de la estrategia didáctica, a partir de los resultados de las Fase 1 y parte 1 de la Fase 2.

En cuanto al diseño de la estrategia didáctica como se observa en la **Imagen 1** se tuvo en cuenta los laboratorios virtuales identificados en la **Fase 1**, las relaciones entre enseñanza de la microbiología haciendo uso de laboratorios virtuales como una estrategia de enseñanza, los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de la Fundación Educativa Diocesano Ricaurte de Fusagasugá y a los docentes (licenciados en Biología y licenciado en Química), además de tener en cuenta el artículo “Orientaciones básicas para la realización de estrategias didácticas” propuesto por Ronald Feo (2010).

Primeramente, de la **Fase 1**, se tomaron laboratorios virtuales que cumplieran con el criterio de ser de fácil acceso, además de ser gratuitos, aunque algunos de estos laboratorios están en inglés, es un nivel que los docentes pueden manejar sin mayor complejidad al igual que los mismos estudiantes, dado que como son recursos interactivos, los docentes y los estudiantes tendrán la oportunidad de hacerlo en sincronización. En cuanto a las temáticas, se tomó como referencia los EBC (Ministerio de Educación Nacional, 2006) que iban dirigidos al grado noveno,

al igual que las temáticas que más llamaban la atención de los estudiantes, esto basado en los resultados de las encuestas a los estudiantes de la Fundación Educativa Diocesano Ricaurte de Fusagasugá, adicional a esto se tuvo en cuenta la postura de los docentes en los resultados de las encuestas, para la formulación de la metodología, los objetivos y metas de aprendizaje.

Segundo, para las temáticas se tuvo en cuenta lo que menciona (Romero et al., 2017) en cuanto a la necesidad de la articulación de lo teórico con la experimentación, por lo que la sustentación teórica que se propuso también iba a orientada a un contexto histórico de los precursores de la microbiología y sus principales postulados. Las temáticas que se propusieron fueron las siguientes:

- Microscopia
- Clasificación de los microorganismos
- Teoría celular
- Tinción de Gram
- Virus, Viroides y Priones
- Fermentación, Microbiología aplicada a la industria alimentaria

En cuanto a los laboratorios de fácil acceso que se propusieron fueron los siguientes:

Nombre del Laboratorio Virtual de libre acceso	Temática	Sitio web
Virtual Urchin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Microscopía 	https://depts.washington.edu/vurchin/index.php?view=mictutl
Gizmos, Cell types	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspDetail&ResourceID=1066
Gizmos, Cell Structure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=450
Gizmos, Cell Division	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=443

Virtual Interactive Bacteriology Laboratory	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinción de Gram 	https://learn.chm.msu.edu/vibl/vibl/GramStain/gram_stain_HTML5Canvas.html
Gizmos, Ciclo lítico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Virus, Viroides y Priones 	https://gizmos.exploreelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=448
Hhmi, Biointeractive, ejemplos de virus en 3D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Virus, Viroides y Priones 	https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/rinovirus

En cuanto a la estrategia didáctica (*ver anexo*) fue llamada como MiVirtual y parte de un contexto virtual con estudiantes de grado noveno y la duración para la aplicación de la estrategia didáctica es de 18 horas aproximadamente. Dentro de los objetivos, se resalta la necesidad de que los estudiantes hagan un reconocimiento de los precursores de la microbiología desde Robert Hooke y Antonie Van Leeuwenhoek, hasta los postulados y el debate contra la generación espontánea de Louis Pasteur. Además, que la estrategia fue pensada en determinado orden que puede variar de acuerdo con las correcciones y sugerencias por parte de un grupo de validadores.

Fase 3: Validación estrategia didáctica

En cuanto a la **Fase 3: de validación**, se da respuesta el tercer objetivo específico en el que se hizo el envío de la estrategia a algunos validadores licenciados en biología y docentes expertos para la validación de la estrategia como se observa en la **Figura 4**. Cabe aclarar, que la estrategia es presentada como una propuesta dado que dentro de esta investigación por cuestiones de tiempo no pudo aplicarse, sin embargo, fue relevante la postura de un grupo de validadores para determinar la viabilidad de este tipo de estrategias ante un panorama virtual, partiendo de la problemática de la investigación y es la falta de conocimiento de plataformas y recursos digitales, así como las nuevas metodologías virtuales ante una pandemia y la necesidad de enseñar temáticas relacionadas con la microbiología en las que generalmente se necesita de laboratorios presenciales para la articulación de la teoría con la experiencia.

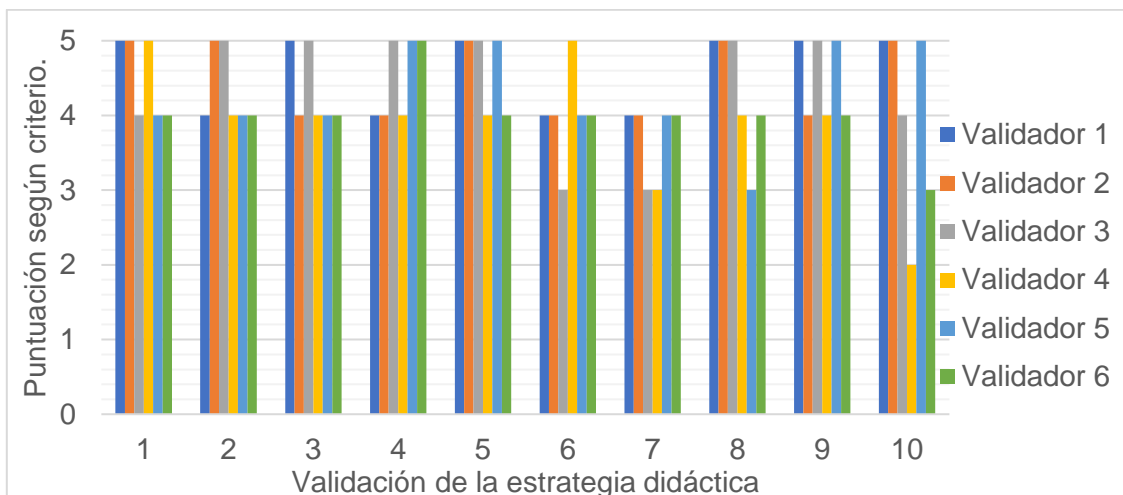


Figura 4. Representación gráfica de los criterios tenidos en cuenta para la validación por parte de docentes expertos y Licenciados en Biología.

<i>Criterios para la validación de la estrategia didáctica</i>	
<i>1. Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.</i>	<i>6. Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.</i>
<i>2. El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.</i>	<i>7. Las actividades promueven la motivación de los estudiantes para aprender temas relacionados con la microbiología.</i>
<i>3. Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.</i>	<i>8. Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.</i>
<i>4. Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.</i>	<i>9. La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.</i>
<i>5. Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.</i>	<i>10. La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.</i>

Como se observa en la **Figura 4** en los criterios 6, 7 y 8 los validadores afirmaron que cumplían medianamente dichos criterios, sin embargo, resaltaron la pertinencia de esta propuesta como estrategia innovadora para la enseñanza de temáticas relacionadas con la microbiología. Asimismo, dentro de la validación por el grupo de expertos se determinó que es pertinente de acuerdo con los acontecimientos actuales, las temáticas que están relacionadas con el currículo académico, además que las problemáticas que se plantean son necesarias para que puedan ser discutidas en el ambiente escolar. Asimismo, se hacen alguna sugerencias y correcciones por parte de los validadores.

Los validadores mencionaron que es necesario contemplar lo que sería el objetivo general y los objetivos específicos del curso. Se debe tener en cuenta los mecanismos de evaluación de manera que sean diferentes y las competencias que adquieren los estudiantes al finalizar las temáticas. También, es necesario resaltar que podrían incluirse actividades investigativas en el aula o actividades de apropiación que involucren a la comunidad.

Por otro lado, se hace la recomendación de cambiar o modificar el nombre de la estrategia ya que sería mejor si fuera un poco más llamativo y que tenga relación con las temáticas que se abordan dentro de la estrategia. También, es necesario hacer claridad o que se haga evidente el contexto al que va dirigida la estrategia didáctica, el validador sugiere una introducción además de un objetivo que aterrice las temáticas y la población a las que va dirigidas. Los enlaces de los laboratorios virtuales de fácil acceso son sugeridos para que sean incluidos dentro de las temáticas de la estrategia y no al final en un cuadro aparte.

Asimismo, se resalta la sustentación teórica en el apartado en el que se menciona el surgimiento de la microbiología y el panorama resumido, sin embargo, a modo de sugerencia el validador considera que sería pertinente demostrar que eventos llevaron a que los postulados de Antonie Van Leeuwenhoek tomaran un sentido. Es necesario que se haga la revisión de la redacción de la estrategia, poner atención a la puntuación. Adicional, tener en cuenta que dentro del apartado de contenidos el validador considera que el manejo de las TIC no es el eje central de la enseñanza, ya que lo que se pretende enseñar es microbiología a partir del uso de laboratorios virtuales de fácil acceso.

Adicionalmente, una de las validadoras hace la sugerencia de precisar la linealidad entre temáticas y como las temáticas llegan a unos objetivos propuestos. Adicional, se recomienda que haya una secuencia didáctica en la que se haga uso de elementos (medios) ya sean ilustraciones, preguntas

problematizadoras y que la información dentro de la secuencia sea mucho más explícita con lo que se quiere hacer. La validadora, también sugiere tener en cuenta que es para estudiantes de grado noveno, por lo que es necesario que la estrategia sea un poco más atractiva y que tenga relación con el contexto escolar. También, recomienda que, aunque los laboratorios virtuales son un tema pertinente, se tenga en cuenta el contexto del país y los recursos disponibles.

Finalmente, una de las validadoras recomienda que las actividades sean más enriquecedoras para los estudiantes en cuanto a que haya más actividades de participación por parte de ellos y las actividades de cierre podrían ser pensadas para que los estudiantes sean creativos a la hora de expresar lo que han aprendido por medio de expresión oral, ilustraciones, diseño y manualidades y demás aspectos que puedan contribuir a las habilidades motrices d ellos sujetos.

Conclusiones

- Los laboratorios virtuales como recursos didácticos pueden ser aprovechados para la enseñanza de diferentes temáticas relacionadas con la Biología en contextos en los que no se cuente con los recursos o un espacio de laboratorio.
- Es necesario que los docentes que vayan a hacer uso de los laboratorios virtuales dentro de su metodología de enseñanza planteen unas temáticas, objetivos y metas claras basadas en el contexto de sus estudiantes en miras de que alcancen un aprendizaje significativo.
- La información en cuanto al uso de laboratorios virtuales en el área de la microbiología enfocados a contextos educativos es muy reducida, por lo que es necesario que futuros investigadores puedan explorar estas temáticas desde otras miradas, pero que aporten al estado del arte de los laboratorios virtuales en la enseñanza de la Biología.
- Asimismo, con esta investigación no se pretende reemplazar los laboratorios presenciales por laboratorios virtuales, sino que los docentes conozcan los recursos que están disponibles y que puedan articularlos en sus clases e incluso potenciar las bases teóricas de un laboratorio presencial en conjunto de un laboratorio virtual.
- Los laboratorios virtuales y recursos digitales no buscan reemplazar al docente, sino ser instrumentos para que los docentes puedan incluirlos en su metodología de clase, convirtiéndose en facilitadores para que sus estudiantes puedan llegar a comprender desde la innovación temáticas que pueden llegar a ser complejas.
- Es necesario que los docentes estén en constante reflexión de su quehacer en miras de potenciar su propia formación y conocimiento en TIC y las innovaciones actuales que pueden incluirse dentro del aula de clases.
- Es necesario que los estudiantes tengan un conocimiento teórico e histórico, de manera que puedan relacionar lo experimental, conociendo de

antemano los precursores y sus postulados que dieron paso a la Microbiología actual.

- Es necesario que dentro de las estrategias didácticas que el docente vaya a plantear, estén enfocadas a un contexto en particular y si es posible tener presente las posibles problemáticas que hacen parte de la cotidianidad de sus estudiantes.
- Finalmente, para concluir se resalta el papel del docente y el conocimiento pedagógico y disciplinar, de manera que, aunque haya problemáticas relacionadas con la falta de recursos, conexión a internet o problemáticas propias de un contexto en particular, pueda proponer alternativas para garantizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en sus estudiantes.

Recomendaciones

- Cabe resaltar que la estrategia didáctica se presenta como una propuesta, pero a mediano plazo se tiene la intención de crear un sitio web en la plataforma Google Sites, de manera que los estudiantes y los docentes puedan acceder fácilmente a cada una de las temáticas, así como a los laboratorios de fácil acceso de libre uso.
- Para investigaciones documentales sobre laboratorios virtuales, se recomienda tener en cuenta que la información es limitada, sin embargo, en otras áreas como Física y Química hay más información e investigaciones de las que se puede profundizar un poco más o no limitar la temática únicamente a un tema específico de la Biología, sino que se recomienda ampliarlo.
- Para la aplicación de la estrategia, se recomienda que esta se adapte al contexto en el que se vaya a aplicar, de no adaptarse mejor reformular las temáticas, objetivos y la secuencia didáctica.
- Para futuras estrategias didácticas en las que se haga uso de laboratorios virtuales, se recomienda el diseño propio de un laboratorio virtual, teniendo en cuenta la variedad de programas actuales para crear plataformas digitales. Además, se recomienda tener en cuenta el tiempo ya que puede ser un trabajo arduo y llevar una planeación, un diseño y una validación.

Bibliografía

- Abadía, L. karime. (2020). El reto que el sector educativo en Colombia debe superar tras la pandemia. *Universidad Javeriana*, 2020. <https://www.javeriana.edu.co/documents/12789/11569759/Pág.+9.+El+reto+d+el+sector+educativo.+HJ+marzo+2020+web.pdf/bf0db075-be31-413f-8496-e6d72ec72bf9>
- Abreu, O., Gallegos, M., Jácome, J., & Martínez, R. (2017). La didáctica: Epistemología y definición en la facultad de ciencias administrativas y económicas de la Universidad técnica del Norte del Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(3), 81–92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300009>
- Acosta, A. (2019). Implementación de un laboratorio virtual como estrategia de enseñanza de los gases ideales en la institución educativa monseñor Alberto Reyes Fonseca de Guayabetal. En *Journal of Chemical Information and Modeling*. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14869/6/2019_implementacion_laboratorio_ensenanza_gases.pdf
- Adúriz-Bravo, A. (1999). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica*, 17, 61–74.
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1(3), 130–140.
- Agudo, J. (2016). *Pioneros de la Microbiología: Louis Pasteur*. 4, 24–48.
- Alarcón, D., & Flores, R. (2018). Virus: pequeños gigantes que dominan el planeta. *Revista Ciencia*, 69, 64–69. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/69_2/PDF/Virus.pdf
- Álvarez, I. (2017). *Instrumento de recolección de datos y análisis de la información*. 20.
- Antolínez, K., & Amórtegui, E. (2019). Las prácticas de campo en el aprendizaje de la Biología y su relación con la construcción de paz. Revisión documental. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 8, 1506–1518.
- Antonio, M., & Sánchez, K. (2017). *Caracterización de las prácticas de laboratorio en el curso sistemas microbianos como una mirada a la formación de los futuros licenciados en biología*. (Vol. 87).
- Arguedas, C., Concari, S., & Marchisio, S. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la

Física en Latinoamérica. *I Simpósio Ibero- Americano de tecnologias Educacionais-SITED 2017, May*, 177–190.

Arias, E. (2016). *Enseñanza de la microbiología con materiales reciclables y de bajo costo: Una experiencia para el grado noveno de la*. <http://www.bdigital.unal.edu.co/54061/1/43528598.2016.pdf>

Arias, Jairo. (2017). Problemas y retos de la educación rural colombiana. *Revista Educación y Ciudad*, 33, 53–62. <https://doi.org/10.36737/01230425.v0.n33.2017.1647>

Arias, José. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación científica* (Número March).

Arias, M., & Antillón, F. (2000). Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica . *Biomed*, 11(2), 113–122.

Bautista, M., Martínez, A., & Hiracheta, R. (2014). El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico. *Ciencia y Tecnología*, 14, 183–194. https://doi.org/https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_11.pdf

Belloch, C. (2012). Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el Aprendizaje. *Departamento de Metodos de Investigacion y Diagnostico en Eduación.*, 1–9.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (Tercera ed).

Blikstein, P., Fuhrmann, T., & Salehi, S. (2016). Uso del marco de modelado bifocal para resolver ' ' eventos discrepantes ' ' entre experimentos físicos y modelos virtuales en biología. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 513–526. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9623-7>

Bordoy, J. (2017). *Estudio sobre el estado actual del área de microbiología en el programa de la educación secundaria y realización de una propuesta alternativa mediante las TICs* . 1–49.

Caballero, C., & Recio, P. (2007). Las tendencias de la didáctica de las Ciencias Natural en el Siglo XXI. *Varona*, 44, 34–41.

Cabero, J. (2014). Nuevas miradas sobre las TIC aplicadas en la educación. *Andalucía educativa: Revista digital de la Consejería de Educación*, 81, 6. <https://bit.ly/3xXnJ80>

Camilloni, A., Cols, E., Basabe, L., & Feeney, S. (2007). *El saber diáctico* (1ra Edició). Editorial Paidós SAICF.

Carnoy, M. (2004). Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos. *Revista*

- general de información y documentación*, 13(1), 1–30.
<https://doi.org/10.5209/RGID.10861>
- Castillo, L. (2004). Análisis documental. *Análisis documental*, 5, 1–18.
<http://www.uv.es/macass/T5.pdf>
- Castro, S., Guzmán, B., & Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista de Educación*, 23, 1–43.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.6.575>
- Cerda, H. (1993). *Los elementos de la investigación. Como reconocerlos, diseñarlos y construirlos.*
- Chimbo, L. (2017). El laboratorio virtual como estrategia didáctica para el aprendizaje de biología molecular en los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de biología, química y laboratorio, periodo enero-agosto 2017. *Universidad Nacional de Chimborazo*.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1381/1/UNACH-EC-AGR-2016-0002.pdf>
- Cifuentes, L., & Quispe, I. (2014). *Manual de práctica de Microbiología del cepario del laboratorio de Biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.*
- Cooper, G., & Hausman, R. (2009). *La CÉLULA* (Quinta ed.). MARBÁN.
- De Aquino, J. (2015). *Estrategias docentes para la enseñanza de la microbiología.*
- Delgado, M., & Solano, A. (2009). *Estrategias Didácticas Creativas en Entornos Virtuales para el Aprendizaje.*
- Denzin, N. & Lincoln, Yvonna. (2012). *Manual de investigación cualitativa.*
- Durango, M. (2012). *La Microbiología en la Escuela. Una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica.*
- Farias, G. (2010). *Agregando Interfaz Humana Interactiva a Software de Ingeniería.* 36.
- Feo, R. (2010). Orientaciones Básicas para el Diseño de Estrategias Didácticas. *TENDENCIAS PEDAGÓGICAS*, 16, 221–236. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)90255-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(87)90255-8)
- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación. *Revista de ciencias sociales (San José)*, 96, 35–53.
- Fernandez, N. E. (2013). Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología Practical Laboratory Works for Research in Biology Teaching Resumen Introducción. *Revista de Educación en Biología*,

16(2), 15–30.

- Fiad, S. B., & Galarza, O. D. (2015). El laboratorio virtual como estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol. *Formacion Universitaria*, 8(4), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Galfrascoli, A. (2017). Conceptos Estructurantes: Reflexiones Teóricas Y Propuestas Prácticas Para Organizar La Enseñanza De Las Ciencias. *Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(19). <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.10.num19-7232>
- Gil, D., & Carrascosa, J. (2000). La Didáctica de las Ciencias: Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1–31.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta edic).
- Herrera, D., Triana, K., & Mesa, W. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Documentos De Trabajo ECBTI*, 1(1), 14.
- Herrero, D., Arguedas, C., & Gutiérrez, E. (2020). Laboratorios remotos: recursos educativos para la experimentación a distancia en tiempos de pandemia desde la percepción de estudiantes. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(2020), 181–189.
- Hurtado, J. (2000). Metodología De Investigación Holística. En *Fundación Sypal* (p. 666). <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>
- ICFES. (2019). Informe nacional de resultados para Colombia-PISA 2018. En *Módulos de competencias genéricas*. https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1529295/Informe_nacional_de_resultados_PISA_2018.pdf
- López, A., & Tamayo, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Lationamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>
- López, M. (2009). *Los Laboratorios Virtuales Aplicados a La Biología En La Enseñanza Secundaria. Una Evaluación Basada En El Modelo “Cipp”*.
- López, M., & Morcillo, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562–576.
- Madigan, M., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., & Stahl, D. (2015). *Brock*.

- Biología de los microorganismos.* (M. Romo & E. Jaramillo (eds.); 14a. Edici). Pearson Educación, S.A.
- Makransky, G., Mayer, R. E., Veitch, N., Hood, M., & Gadegaard, H. (2019). *Equivalencia de usar una simulación científica de realidad virtual de escritorio en casa y en clase.* 1–14.
- Mallart, J. (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidades. *Didáctica genetal para psicopedagogos.* Madrid: UNED, pp. 23-57.
- Martin, G., Olmedo, V., & Andoney, J. (2017). Uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en las residencias médicas en México. *Acta médica Grupo Ángeles*, 15(2), 150–153. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032017000200150&lng=es&tlng=es.
- Martínez, V. (2013). Paradigmas de Investigación. *El proceso de investigación*, 32–57. <https://doi.org/10.2307/j.ctvdf0m1v.6>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en lenguaje, matematicas, ciencias y ciudadanas. En *Revolución educativa* (Número 3). file:///C:/Users/marym_000/Pictures/estandares basicos.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2008). Ser competente en tecnología : para el desarrollo. En *Ministerio de Educación Nacional de Colombia*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Documento Fundamentación Teórica de los Derechos Básicos de Aprendizaje (V2) y de las Mallas de Aprendizaje para el Área de Matemáticas.* 1–50. <http://aprende.colombiaaprende.edu.co/ckfinder/userfiles/files/fundamentacion matematicas.pdf>
- Moreno, J., Gorriti, M., Flores, M., & Albarracín, V. (2012). Microbiología ambiental y ecología microbiana en el estudio de microorganismos en ambientes extremos. *Reduca (Biología). Serie Microbiología*, 5(5), 94–109. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/17162/CONICET_Digital_Nro.5621_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- OCDE. (2016). *Revisión de políticas nacionales de educación: La educación en Colombia.* http://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-356787_recurso_1.pdf
- Okuda, M., & Gómez, C. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios: Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV(1), 118–124. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf>
- Ortiz, M., Guerrero, S., & Sandoval, K. (2020). *Análisis de las expectativas*

didácticas estudiantiles para el aprendizaje virtual de la microbiología en la pandemia. 1–4.

Peña, T., & Pirella, J. (2007). La complejidad del análisis documental Información, cultura y sociedad: revista del Instituto de Investigaciones. *Información, cultura y sociedad*, 16, 55–81. <https://www.redalyc.org/pdf/2630/263019682004.pdf>

Porto, A. (2017). *Tema 20: microorganismos.* Microbiología. <http://www.bionova.org.es/biocast/tema20.htm>

Programa Willay. (2012). *Las TIC y El Desarrollo Humano.* 1–20. <http://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/01/Las-TIC-y-el-Desarrollo-Humano.pdf>

Ramdani, F., Handayani, S., & Firdiana, B. (2018). *Desarrollo de un laboratorio virtual de sitios web basados en microbiología alimentaria.*

Restrepo, M. (2012). Anton Van Leeuwenhoek: Breve historia de un descubrimiento. *Hechos Microbiol*, 3(2), 99–102. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/18742/16060>

Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educação. Revista do Centro de Educação*, 0(0). <https://doi.org/10.5902/198464441486>

Rivas, L. (2015). ¿Cómo hacer una tesis? Capítulo 11 construcción de la Matriz Metodológica. *¿Cómo hacer una tesis?*, 154–166(October), 154–166. https://www.researchgate.net/publication/286288002_Capitulo_6_La_definicion_de_variables_o_categorias_de_analisis

Rodríguez, C., Real, J., & Gregori, I. (2015). El aprendizaje de la metodología científica a través de trabajos prácticos. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 0(32), 1–22.

Rodríguez, M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista electrónica investigació innovació educativa i socioeducativa*, 3(1), 29–50.

Romero, Á., Morcillo, C., García, E., Tobón, É., Quinto, J., Mejía, L., Amelines, P., Giraldo, Y., & Aguilar, Y. (2017). *La experimentación en la clase de ciencias. Aportes para una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas* (Primera ed).

Rosado, L., & Herreros, J. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *Recent Research Developments in Learning* ..., 1–5. <http://www.uv.es/ees/archivo/286.pdf>

- Runge, A. (2013). *Didáctica: una introducción panorámica y comparada*. (pp. 201–240).
- Sanchez, C. (2017). *Laboratorio virtual y remoto, aprendiendo a través de la experimentación*. 80.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria* (Vol. 148).
- Sanz, A., & Martínez, J. (2005). El Uso De Los Laboratorios Virtuales En La Asignatura Bioquímica Como Alternativa Para La Aplicación De Las Tecnologías De La Información Y La Comunicación. *Tecnología Química*, XXV(1), 5–17.
- Tamayo, C., & Silva, I. (2008). Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. *Metodología de la investigación*, 2, 201–247. <http://iyanu.blogspot.es/i2008-07/>
- Turbay, C. (2000). El derecho a la educación. Desde el marco de la protección integral de los derechos de la niñez y de la política educativa. En *Agora* (Vol. 2, Número 1).
- UNED. (2013). ¿Qué son las estrategias didácticas? *Universidad Estatal a Distancia*, 1–9. https://www.uned.ac.cr/academica/images/ceced/docs/Estaticos/contenidos_curso_2013.pdf
- UNESCO. (2000). *Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales*. 1–64.
- Valencia, V. (s. f.). *Revisión documental en el proceso de investigación*. 3–5. <https://doi.org/https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>
- Vasquez, S. (2020). *Desarrollo de un entorno de aprendizaje en línea para estudiantes de colegios comunitarios inscritos en cursos de anatomía y fisiología humana y microbiología en medio de la pandemia de COVID-19*. 24(3), 53–59.
- Villanueva, D. (2019). *Los aportes de Lamarck en la Biología y su enseñanza: Una aproximación a través de la revisión documental* (Vol. 8).
- Zabalza, M. (2000). Estrategias didácticas orientadas al aprendizaje. En *Revista española de pedagogía* (Vol. 58, Número 217, pp. 459–490).
- Zamora, R. (2010). *Laboratorios remotos. Análisis, características y su desarrollo como alternativa a la práctica en la facultad de ingeniería*. 6(6).
- Zuleta, E. (1995). El Marxismo, la Educación y la Universidad. *Educación y*

democracia: un campo del combate, 103–120.

ANEXOS

A. Anexo: Parte 2. Matriz 2: Posibles relaciones laboratorios virtuales con enseñanza de la microbiología como estrategia didáctica. Link de la matriz completa:

<https://docs.google.com/document/d/1LRzfcPCmSdY8csXLKgXtfjPVJIUQnkTu/edit?usp=sharing&oid=114671469198640549172&rtpof=true&sd=true>

	programas nuevos enfoques
--	---------------------------

Titulo del documento	Cita	Laboratorios Virtuales	Microbiología	Estrategia Didáctica
Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales (1)	López y Morcillo (2007) Artículo	<p>A.1.L.C.1: "Los laboratorios virtuales constituyen un recurso que permite simular las condiciones de trabajo de un laboratorio presencial superando algunas de las limitaciones de estas actividades y propiciando nuevos enfoques"</p> <p>A.1.L.C.2: "Para trabajar sobre los procesos de la ciencia, habrá que destacar, dentro del software específico, los laboratorios virtuales, que permiten desarrollar objetivos educativos propios del trabajo experimental"</p> <p>A.1.L.C.3: "Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como entornos virtuales de</p>	<p>A.1.M.C.1: "...ofrece un laboratorio de Microbiología que permite trabajar conceptos de Ecología como población, factores bióticos y abióticos, factores limitantes o capacidad de carga del ecosistema a partir del estudio del crecimiento de poblaciones de bacterias en presencia o ausencia de factores limitantes, así como el registro de datos y la elaboración de curvas de crecimiento exponencial y sigmoidal"</p> <p>A.1.M.C.2: "También los laboratorios virtuales de algunas universidades, accesibles en Internet, pueden utilizarse, en algunos casos, para profundizar sobre un determinado</p>	<p>A.1.D.C.1: "Internet se ha convertido en el soporte técnico imprescindible para el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza a la vez que en una potente herramienta didáctica que permite el acceso a una cantidad ingente de información y abre nuevos canales de comunicación rompiendo, como se ha dicho tantas veces, barreras temporales y espaciales"</p> <p>A.1.D.C.2: "Las actuales consideraciones didácticas conducen, además, a la necesidad de centrar el trabajo experimental preferentemente en los alumnos, considerando formatos diversos, entre ellos los de tipo investigativo"</p>

		<p>aprendizaje (EVA) que, "aprovechando las funcionalidades de las TIC, ofrecen nuevos entornos para la enseñanza y el aprendizaje libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y capaces de asegurar una continua comunicación (virtual) entre estudiantes y profesores" (Marqués, 2000)"</p> <p>A.1.L.C.4: "Los laboratorios virtuales rompen con el esquema tradicional de las prácticas de laboratorio, así como con sus limitaciones (espacio, tiempo, peligrosidad, etc.) y aportan una nueva perspectiva de trabajo."</p>	<p>tema, como el "Laboratorio de Microbiología"</p>	<p>A.1.D.C.3: " Los nuevos modelos pedagógicos apoyados en el aprendizaje virtual deben por tanto atender, en la didáctica de las ciencias experimentales, también a los objetivos procedimentales, que persiguen el desarrollo de determinadas destrezas intelectuales en relación con los procesos científicos"</p> <p>A.1.D.C.4: "Es el profesor el responsable de dar sentido pedagógico a estos materiales incorporándolos a sus actividades y utilizando las estrategias didácticas</p>
--	--	---	---	---



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

ENCUESTA LABORATORIOS VIRTUALES

Esta encuesta es realizada en la plataforma Microsoft Forms como un instrumento de recolección de información, que aportará a la investigación titulada **Laboratorios virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación básica** con la que se determinarían las tendencias del uso de laboratorios virtuales en la asignatura de Biología dentro de la formación virtual, por favor lea las preguntas con detenimiento y responda de la manera más concreta, gracias.

1. Primer nombre/ Primer apellido

2. ¿A qué género pertenece?

- Femenino
- Masculino

3. ¿En qué rango de edad se encuentra?

- 10-12
- 13-14
- 15-16
- 17-18

4. ¿A qué grado y curso pertenece? Ejemplo: 801 o 8°A

5. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios prácticos en las clases de Física, Química y Biología?

- Más de 2 por semana
- 2 o menos por semana

-Cero.

6. ¿Qué laboratorios han realizado en las áreas de Química, Física y Biología? Múltiple respuesta

- Laboratorios caseros
- Laboratorios presenciales
- Laboratorios virtuales
- No se han realizado laboratorios

7. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios virtuales en las clases de Física, Química y Biología?

- Más de 2 por semana.
- Menos de 2 por semana.
- Cero

8. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios presenciales o caseros en las clases de Biología?

- Más de 2 por semana.
- Menos de 2 por semana.
- Cero

9. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios virtuales en las clases de Biología?

- Más de 2 por semana.
- Menos de 2 por semana.
- Cero

10. ¿Del 1-10 qué tanto le gustaría que se realicen laboratorios virtuales en las clases de Biología? (teniendo en cuenta que 1 equivale a no me gustaría en lo absoluto y 10 equivale a me gustaría mucho que se realicen)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11. ¿Sobre qué temas le gustaría que se realizaran laboratorios virtuales en el área de Biología? Múltiple respuesta

- Teoría celular (características generales de la célula)
- Diferenciación de células eucariotas (Hongos, Animales, Plantas, otras)
- Características de bacterias (diversidad bacteriana y su clasificación)
- Diversidad microbiana y su aplicación a la industria
- Otra ¿Diga cuál? _____

12. ¿Considera que el uso de laboratorios virtuales lo motivarían a aprender más acerca de la Biología?

-Si

- Tal vez
- ¿Por qué? _____

13. ¿Considera que el uso de laboratorios virtuales lo motivarían a aprender más acerca de los microorganismos?

- Si
- Tal vez
- ¿Por qué? _____

14. Sugerencias para la aplicación de laboratorios en la clase de Biología (opcional)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

ENCUESTA A DOCENTES EN BIOLOGÍA ACERCA DE LABORATORIOS VIRTUALES

Esta encuesta es realizada en la plataforma Microsoft Forms como un instrumento de recolección de información, que aportará a la investigación titulada **Laboratorios virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación básica** con la que se determinarían las tendencias del uso de laboratorios virtuales en la asignatura de Biología dentro de la formación virtual, por favor lea las preguntas con detenimiento y responda de la manera más concreta, gracias.

1. Primer nombre/ Primer apellido

2. ¿A qué género pertenece?

- Femenino
- Masculino

3.¿En qué materias enseña? Múltiple respuesta

-Biología

-Química

-Física

4. La institución en la que trabaja actualmente es:

-Pública

-Privada

5. ¿A qué grados enseña? Múltiple respuesta

-6°

-7°

-8°

-9°

-10°

-11°

6. ¿Con qué frecuencia realiza laboratorios prácticos en las clases de Física, Química y Biología?

-Más de 2 por semana.

-Menos de 2 por semana.

-Cero.

7. En un lapso de 6 meses usted ¿Cuántos laboratorios caseros o presenciales implementa dentro de su metodología de enseñanza?

-Ninguno

-1

-2

-3

-4 o más

8. ¿Qué laboratorios ha realizado en las áreas de Química, Física y Biología? Múltiple respuesta

-Laboratorios caseros

-Laboratorios presenciales

-Laboratorios virtuales

-No se han realizado laboratorios

9 ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios presenciales o caseros en las clases de Biología?

-Más de 2 por semana.

-Menos de 2 por semana.

-Cero

10. ¿Tiene conocimientos de laboratorios virtuales de fácil acceso?

- Si

-No

- Si la respuesta es Si, por favor diga cuál _____

11. ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios virtuales en las clases de Física, Química y Biología?

-Más de 2 por semana.

-Menos de 2 por semana.

- Cero.

12 ¿Con qué frecuencia se realizan laboratorios virtuales en las clases de Biología?

-Más de 2 por semana.

-Menos de 2 por semana.

-Cero.

13 ¿Del 1-5 qué tan importante considera usted la experimentación en el aula y fuera de ella para la enseñanza de la de Biología? (teniendo en cuenta que 1 equivale a no es importante y 5 equivale a muy importante)

1 2 3 4 5

Por favor, explique por qué _____

14 ¿Sobre qué temas considera se podrían implementar laboratorios virtuales en el área de Biología? Múltiple respuesta

- Teoría celular (características generales de la célula)
- Diferenciación de células eucariotas (Hongos, Animales, Plantas, otras)
- Características de bacterias (diversidad bacteriana y su clasificación)
- Diversidad microbiana y su aplicación a la industria
- Otros: _____

15 ¿Considera que el uso de laboratorios virtuales motivaría a los estudiantes aprender de la Biología?

16. ¿Considera que el uso de laboratorios virtuales motivaría a los estudiantes aprender acerca de los microorganismos?

17. ¿Qué aspectos considera pueden ser limitantes a la hora de realizar prácticas de laboratorio? Múltiple respuesta

- Falta de recursos
- Falta de conocimientos en uso de herramientas virtuales
- Tiempo
- La virtualidad
- Otro: _____

18. Sugerencias para la aplicación de laboratorios en la clase de Biología (opcional)

B Anexo: Parte 2. Estrategia didáctica MiVirtual



ESTRATEGIA DIDÁCTICA
MiVirtual

Realizada por: Harold Stiven Quitian Cruz

ESTRATEGIA DIDÁCTICA MIVIRTUAL

NOMBRE DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA		
MiVirtual		
Contexto: Virtual- Educación Básica Secundaria (grado noveno).	Duración total: 18 horas	
Tema: Microscopía	Objetivos o Competencias	
<p>Contenidos</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener conocimiento básico sobre el uso de las TIC (buscar páginas web e interactuar con el docente y compañeros por videoconferencia). <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leer la actividad acerca de Robert Hooke y Antonie Van Leeuwenhoek y sus aportes a la microbiología. ▪ Hacer uso del microscopio virtual y entender sus partes y funcionalidades. ▪ Diferenciar los microscopios teniendo en cuenta sus características. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener la disposición para realizar las actividades y prestar atención a las indicaciones del docente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconocer los precursores de la microbiología por medio de una actividad de lectura. ▪ Identificar las partes del microscopio y entender su uso a partir de una actividad haciendo uso de un laboratorio virtual. ▪ Clasificar los diferentes tipos de microscopios. 	
	Sustentación teórica	
	<p>La microbiología ha tenido un campo bastante amplio en el que se ha investigado, por lo que a la hora de hablar y enseñar sobre microbiología es necesario conocer parte de sus orígenes y algunos de sus principales representantes que han aportado en gran manera a su estudio y su campo, tal y como sería Antonie Van Leeuwenhoek en el siglo XVII quien empezó con una afición en el tallaje de lentes ópticos haciendo uso de vidrios de varios aumentos que usaba en su tienda de telas para observar hileras. Más adelante tomaría como referente en la construcción de microscopio a Robert Hooke, quien estaba realizando estudios con el uso de un microscopio compuesto. Los estudios tomados de Hooke le permitieron crear lo que sería el primer microscopio simple, en el que pudo ver algunos de los organismos microscópicos (“animalitos” como los llamo en su momento) en una gota de agua lluvia reposada que podían moverse, tomo nota e hizo las representaciones de lo que serían los primeros microorganismos observados en aquella época, por lo que es importante reconocer el trabajo e investigaciones realizadas por Hooke y por Leeuwenhoek, además de identificar las características del microscopio, sus diferencias y usos aplicados en prácticas de laboratorio (Restrepo, 2012. p. 222).</p>	
Secuencia Didáctica		
Momento de inicio:	Momento de desarrollo:	Momento de cierre:

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de cuestionario para determinar ideas previas sobre microbiología. ▪ Introducción a la microscopia. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura de una breve historia sobre los precursores de la microbiología. ▪ Ingreso a laboratorio virtual de fácil acceso Microscopio. ▪ Ingreso al laboratorio virtual de fácil acceso, Cell types. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elaboración de un cuadro comparativo con las diferencias y características del microscopio simple, compuesto y electrónico
Recursos y Medios: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador ▪ Laboratorio virtual de fácil acceso Microscopio “Virtual Urchin” de la Universidad de Washington. 		Estrategia de Evaluación <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía laboratorio
Tema: Clasificación de microorganismos	Objetivos o Competencias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar sucesos que dieron origen a los microorganismos. ▪ Conocer históricamente cómo se han clasificado los organismos. ▪ Reconocer la clasificación de tres dominios establecidos en el árbol filogenético. 	
Contenidos Conceptuales: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener conocimientos básicos sobre TIC (buscar páginas web e interactuar con compañeros, el docente y laboratorios virtuales). Procedimentales: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer lectura de algunos sucesos que dieron origen a los microorganismos en una tierra primitiva. ▪ Hacer una breve lectura sobre cómo se han clasificado los microorganismos a nivel histórico. ▪ Reconocer algunos de los antecesores comunes de microorganismos presentes en el árbol filogenético. 	Sustentación teórica ¿Qué es la clasificación de organismos? La clasificación es considerada como la organización de organismos vivos que se clasifican de acuerdo con sus características morfológicas o sus relaciones evolutivas. Dichas características pueden determinar la clasificación de una o varias especies, estas junto a especies parecidas a su vez ser agrupadas en géneros, luego en familias, ordenes, clases y finalmente el dominio; el taxón más grande que agrupa una gran cantidad de organismos vivos (Madigan et al., 2015). En el año 1758 Carl Lineo en su publicación <i>Systema Naturae</i> hizo lo que sería una división de los organismos en dos reinos, animal y vegetal, mientras que los microorganismos fueron agregándose a uno de esos dos reinos, teniendo en cuenta el momento de su	

<p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener una buena disposición para la realización de las lecturas y las indicaciones dadas por el docente. 	<p>descubrimiento, algunos presentaban características similares a los animales se agregaron aun grupo denominado protista y los que tenían características fotosintéticas fueron agregados al reino vegetal y así se mantuvo la división por casi dos siglos (Porto, 2017).</p> <p>Más tarde, en el año 1938 Edouard Chatón propuso la división de los organismos en dos imperios a los que denomino procariota y eucariota, después en 1956 Herbert Copeland propuso que había cuatro reinos, monera, vegetal, animal y protoctista. Así continuaron los aportes a la nomenclatura de los reinos hasta 1959 en el que Robert Whittaker, quien fue apoyado por Lynn Margulis en su publicación titulada <i>Five Kingdoms</i>, en los que se propusieron cinco reinos, monera, protista, vegetal, animal y fungí (Porto, 2017).</p> <p>Finalmente, en la década de los 70 Carl Woese, supuso que la secuencia de las moléculas del RNA ribosomal podrían establecer similitudes o relaciones entre los organismos, debido a que está presente en todos los organismos vivos estudiados hasta ahora, varían poco o lentamente con el tiempo y son longitudinalmente adecuados para poder estudiar las relaciones evolutivas con detenimiento y Woese pudo estudiar las secuencias de rRNA de muchos organismos, haciendo una comparación y observación determino que los organismos denominados metanógenos eran diferentes del grupo de bacterias, por lo que las agrupo en un tercer dominio, de los que se había hablado hasta hora (<i>Eukarya</i> y <i>Bacteria</i>) al que llamo <i>Archaea</i> que junto al dominio <i>Bacteria</i>, son considerados de los más antiguos del árbol filogenético (Madigan et al., 2015).</p>	
<p>Secuencia Didáctica</p>		
<p>Momento de inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la clasificación de organismos y microorganismos. 	<p>Momento de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura de un breve contexto histórico sobre cómo se han clasificado los organismos a partir de la nomenclatura. ▪ Observación e interpretación del árbol filogenético propuesto por Madigan et al. (2015). 	<p>Momento de cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Realización de una ilustración en la que se evidencien 3 ejemplos de organismos o microorganismos de cada dominio (Archaea, Bacteria y Eukarya).

<p>Recursos y Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador ▪ Libro digital. Brock. Biología de los Microorganismos. 15ª Edición. (2015) 	<p>Estrategia de Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestionario en la plataforma Kahoot.
<p>Tema: Teoría celular</p> <p>Contenidos</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener conocimientos básicos en TIC (abrir el buscador, interactuar con la plataforma YouTube e interactuar con los laboratorios virtuales en videoconferencia con sus compañeros y la guía del docente). <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leer los principales postulados de la teoría celular y reconocer algunos de sus representantes. ▪ Interactuar con la aplicación iCell y distinguir diferencias entre células procariotas y eucariotas. ▪ Interactuar con el laboratorio virtual “Cell types” de la plataforma Gizmos con guía del docente. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener buena disposición y estar atento a las indicaciones del 	<p>Objetivos o Competencias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Distinguir los postulados de la teoría celular y algunos de sus representantes. ▪ Clasificar células de acuerdo con sus características celulares en eucariotas y procariotas. ▪ Reconocer los organelos presentes en las células Animal, Vegetal, Protista, Fungí y Bacteria. <p>Sustentación teórica</p> <p>La teoría celular fue planteada por Matthias Schleiden y Theodor Schwann en el año 1838 gracias a los estudios que cada uno estaba llevando a cabo. Por un lado, Schleiden estaba estudiando tejidos vegetales y Schwann realizaba estudios con tejido animal, dichos estudios los condujeron a la misma conclusión. Los tejidos estaban formados por células, es decir que todos los organismos a su vez están constituidos por células unidas entre si formando tejidos, órganos, sistemas e individuos complejos. Asimismo, estudios con el microscopio óptico condujeron a la afirmación de que la célula es la unidad fundamental de todos los organismos vivos (Cooper y Hausman, 2009, p.1-2).</p> <p>Además, dentro de los postulados de la teoría celular se establecen algunas características de la célula, como lo sería a) Metabolismo (obtención de energía a partir de procesos metabólicos), b) Reproducción (capacidad para dividirse), c) Herencia (capacidad de heredar información genética a células hijas), d) las células tienen un antepasado común y e) los organelos en algunas células pueden variar según su especificidad (Cooper & Hausman, 2009).</p>

<p>docente, así como las interrogantes que puedan tener sus compañeros.</p>		
<p>Secuencia Didáctica</p>		
<p>Momento de inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la teoría celular y sus postulados. 	<p>Momento de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lectura de los postulados de la teoría celular y características de células de los tres dominios. • Observación e interpretación de las características morfológicas en células que permita diferenciarlas entre procariotas y eucariotas. 	<p>Momento de cierre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar un mapa mental en el que se evidencien características de las células Animal, Vegetal, Bacteria y Protista. ▪ Interactuar con los laboratorios virtuales y describir 3 ideas, ventajas o debilidades de este recurso para la enseñanza de la teoría celular.
<p>Recursos y Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador ▪ Aplicación iCell. ▪ Laboratorio virtual “Cell Types” de la plataforma Gizmos de fácil acceso. 		<p>Estrategia de Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía de laboratorio virtual.
<p>Tema: Tinción Gram</p>	<p>Objetivos o Competencias</p>	
<p>Contenidos</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se debe contar con conocimientos básicos en uso de las TIC (búsqueda de información, interactuar con el laboratorio virtual sobre tinción Gram y con la guía del docente). <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leer acerca de la vida de Christian Gram y los hechos que lo llevaron a proponer la técnica para la diferenciación 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relacionar los hechos importantes de la vida de Hans Christian Gram. ▪ Clasificar bacterias de acuerdo con la composición de su envoltura celular. ▪ Reconocer la importancia de esta técnica a nivel microbiológico. <p>Sustentación teórica</p> <p>Durante años la humanidad ha buscado la manera de estudiar y entender los fenómenos presentes en la naturaleza, también en tratar de dar respuesta a la necesidad de un contexto y época en particular. Por lo que, desde diferentes áreas del conocimiento se</p>	

<p>de bacterias Gram positivas y Gram negativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interactuar con el laboratorio virtual tinción de Gram siguiendo las instrucciones del docente. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener una buena disposición, acorde a la temática que se está abordando y seguir las instrucciones en compañía del docente. 	<p>han realizado estudios para beneficiar a diferentes sectores, tales como el farmacéutico para la creación de medicinas, la industria para potenciar el sector alimenticio o el de la agricultura. Entonces, cuando se empezaron hacer estudios con microorganismos y en especial con bacterias, se buscaba la manera de describirlas y de caracterizarlas ya que se sabía de su existencia y de algunas afectaciones que podían tener en la salud.</p> <p>Es así, como en el año 1880 Hans Christian Gram estaba llevando estudios en pacientes que morían por neumonía, empezó analizar los tejidos de los pacientes y desarrollo lo que sería la técnica de tinción de Gram, en la que determino que las bacterias podían dividirse en dos grupos, gran positivas y Gram negativas al notar que unas se teñían de morado y otras de rosa. Las que retenían el morado se denominaron Gram positivas y las que retenían el color rosa como Gram negativas. Sin embargo, en el año 1963 M.R.J. Salton, hizo la descripción y explicación de la técnica de la tinción (Rodríguez & Arenas, 2018). Asimismo, esta tinción determino características en las bacterias, más específicamente en la estructura de su pared celular, ya que las Gram positivas es gruesa que generalmente están constituidas por un tipo de molécula y en las Gram negativas es más delgada (Madigan et al., 2015).</p>	
Secuencia Didáctica		
<p>Momento de inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción a la técnica propuesta por Hans Christian Gram y su importancia en la microbiología. 	<p>Momento de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de una ilustración de lo observado en el laboratorio virtual de Tinción de Gram y hacer una corta descripción de lo observado. 	<p>Momento de cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer una comparación a partir de una Ilustración de la pared celular de una bacteria Gram positiva y una Gram negativa.
<p>Recursos y Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador ▪ Laboratorio virtual de fácil acceso (Tinción de Gram). 		<p>Estrategia de Evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mapa conceptual.
<p>Tema: Virus, Viroides, Priones</p>	<p>Objetivos o Competencias</p>	
<p>Contenidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconocer las estructuras de los virus y su importancia médica. 	

<p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se debe tener conocimiento en TIC (navegación y búsqueda de información, interacción con la plataforma virtual de virus en 3D y seguir la guía del docente). <p>Procedimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer un reconocimiento de las diferencias entre Virus, Viroides y Priones. ▪ Identificar las características del Adenovirus (virus del resfriado común). <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tener una buena disposición y prestar atención a las indicaciones del docente para ingresar a la plataforma virtual de algunos virus. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diferenciar los ciclos lítico y lisogénico en virus. ▪ Identificar diferencias entre Virus, Viroides y Priones. 	
	<p>Sustentación teórica</p> <p>La microbiología es la ciencia encargada de estudiar los microorganismos, su características, funciones e interacciones que tienen con los demás organismos y con el ambiente. Dentro del estudio de los microorganismos, también se encuentra un área específica encargada de estudiar los virus, denominada virología. Los virus, representan una importancia a nivel global por su nivel de complejidad, algunos autores los consideran vivos, otros no vivos, lo que si es cierto es que los virus son parásitos obligados, es decir, son agentes víricos que no pueden replicar su información genética, ya sea ADN o ARN por sí mismos, porque no cuentan con organelos para llevar a cabo sus funciones vitales como si sucede en los demás microorganismos. Es así, que los virus necesitan de una célula huésped para poder replicar su ADN o ARN vírico, algunos son causantes de enfermedades mortales como la COVID-19, HIV, entre otras, que de no tratarse pueden llevar a la muerte de la persona. Es por esto, que tienen una importancia a nivel médico y científico, ya que se busca con sus estudios entender aún más cómo actúan estos individuos y como pueden adaptarse a diferentes ambientes de manera relativamente rápida (Madigan et al., 2015).</p> <p>Los virus no están clasificados dentro del árbol filogenético debido a sus peculiares características, por lo que tienen su propia clasificación según su estructura y forma. Además, existen agentes víricos denominados Viroides parecidos a los virus, pero no son clasificados como virus al haber ausencia de proteínas, pueden ser moléculas de RNA monocatenario de tamaño reducido, son conocidos como los patógenos más pequeños hasta ahora descritos y afectan principalmente a plantas. Por otro lado, se encuentran los denominados Priones, estos a diferencia de los viroides, son agentes infecciosos que están constituidos únicamente por proteínas, no contienen ni ADN ni ARN, tienen una importancia dado que afectan a los animales causando enfermedades graves como la conocida “enfermedad de las vacas locas”, atacan principalmente a las células neuronales en animales (Madigan et al., 2015).</p>	
Secuencia Didáctica		
Momento de inicio:	Momento de desarrollo:	Momento de cierre:

<ul style="list-style-type: none"> • Introducción a los Virus, Viroides y Priones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un cuadro ilustrativo, donde se evidencien algunas de las formas que pueden tener los virus. • Realizar un mapa conceptual en el que se diferencien los virus, Viroides y Priones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar un debate acerca del impacto que tienen los Virus, Viroides y Priones en organismos o microorganismos.
Recursos y Medios: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador ▪ Ciclo lítico virtual en Gizmos. ▪ Recurso virus en 3D. 		Estrategia de Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Debate sobre la teoría de la generación espontánea.
Tema: Fermentación, Microbiología aplicada a la industria alimentaria	Objetivos o Competencias <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconocer los postulados de Louis Pasteur en el campo de la microbiología. ▪ Refutar la teoría de la generación espontánea. ▪ Identificar el uso de levaduras y bacterias en la industria alimentaria. 	
Contenidos Conceptuales: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es necesario tener conocimientos básicos en TIC (navegación y búsqueda de información, además participar del debate de la generación espontánea en videoconferencia con compañeros y la guía del docente). Procedimentales: <ul style="list-style-type: none"> • Hacer un reconocimiento de los postulados de Louis Pasteur que aportaron a la microbiología. • Refutar con otros compañeros los postulados de la generación 	Sustentación teórica A mediados del siglo XIX había una problemática en el sector alimenticio, la frecuencia con la que muchos alimentos se descomponían, llevo a Louis Pasteur a realizar estudios con fermentación de alimentos, entre ellos para la industria de vinos en la que existía como problema la durabilidad de los vinos, ya que en su traslado muchas botellas perdían su calidad al dañarse, por lo que Pasteur empezó con su microscopio a observar las células de la levadura del vino en buen estado y el vino que se había dañado, noto que habían algunas diferencias entre las dos muestras. Pasteur decidió entonces, calentar el vino de algunas muestras y observar	

<p>espontánea argumentando con algunos ejemplos del contexto o su entorno.</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconocer sectores industriales en los que se usen levaduras y bacterias. <p>Actitudinales:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tener una actitud respetuosa ante la postura de otros compañeros y debatir argumentativamente siguiendo las instrucciones del docente. 	<p>qué sucedía, noto que al calentar las muestras estas no se dañaban como ocurría anteriormente con las demás muestras de vino, a este proceso le llamo pasteurización. Proceso por el cual, se debían calentar tanto la cerveza como el vino para evitar que estos se agriaran a una temperatura de 50°C. (Agudo, 2016).</p> <p>A su vez, Pasteur continuó haciendo sus investigaciones sobre putrefacción y fermentación, entre ellos era el deseo profundo de hacer crecer levaduras en un medio de cultivo que tuviera las condiciones en cuanto a minerales, sales y azúcar para su proliferación. Fue tanto el trabajo que dedico a esta ambición, que en el año 1860 logro la fermentación de levaduras en un medio artificial donde se dejaba alcohol y se le introducía una pequeña parte de levadura, esta iba fermentando el azúcar presente en el medio y a su vez, la levadura iba incrementándose gracias al nitrógeno presente en el amoniaco y al carbono presente en el azúcar. (Agudo, 2016).</p> <p>Otro aporte importante a la microbiología por parte de Pasteur, fue el debate de la teoría de la generación espontánea, la cual establecía que los microorganismos surgían de materia orgánica en descomposición, por lo que Pasteur propuso una serie de experimentos para refutar la teoría, en la que uso diferentes elementos para probar primeramente si los microorganismos estaban presentes en el aire, luego hizo una prueba con matraces de vidrio que cerraba haciendo uso de una llama, observo que los que se cerraban con la llama, permanecían “translucidos”, mientras que los otros se veían un poco turbios debido a la presencia de microorganismos.</p> <p>Otro experimento que realizo Pasteur fue con el uso de un medio que contenía agua y albúmina, que permanecía sin ningún cambio, pero al introducir un algodón con partículas de polvo tras varias semanas, el medio se veía afectado por la presencia de microorganismos, así Pasteur determino que el medio era el alimento de estos microorganismos y no su origen. (Pearson, 1942 como se citó en Agudo, 2016).</p>	
<p>Secuencia Didáctica</p>		
<p>Momento de inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Introducción acerca de los postulados de Louis Pasteur. 	<p>Momento de desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hacer un mapa mental en el que se evidencien los principales experimentos realizados por Louis Pasteur. 	<p>Momento de cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar un escrito en el que se evidencie en qué otros sectores se podrían hacer uso de microorganismos para el beneficio humano, del ambiente o de otros organismos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar argumentos y ejemplos del contexto para participar en el debate acerca de la generación espontánea. • Hacer un mapa conceptual de los sectores en los que se usen microorganismos (agricultura, medicina, industrias alimentarias). 	
<p>Recursos y Medios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Internet ▪ Computador 	<p>Estrategia de Evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debate sobre la teoría de la generación espontánea. 	
<p>Efectos Obtenidos o Esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudiante hará reconocimiento de los principales precursores de la microbiología y sus postulados. • El estudiante podrá identificar y clasificar organismos y microorganismos en el árbol filogenético. ▪ El estudiante podrá Identificar las diferencias entre células procariotas y eucariotas, a partir de sus características morfológicas. ▪ El estudiante identificara las características de bacterias según su pared celular y su importancia a nivel médico y microbiológico. ▪ El estudiante hará reconocerá micro patógenos en animales (Priones) y en plantas (viroides). ▪ El estudiante podrá relacionar microorganismos, usos y beneficios en diferentes áreas, como lo sería la industria alimentaria. 		
<p>Observaciones: <i>Esta estrategia didáctica es presentada como una propuesta para la enseñanza de la microbiología en educación básica secundaria, por lo tanto está sujeta a comentarios, sugerencias y modificaciones a nivel conceptual, procedimental y actitudinal en miras de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje haciendo uso de laboratorios virtuales como un recurso de enseñanza que puede emplearse en diferentes contextos, en los que se cuente con computador, celular o Tablet, conexión a internet y la guía de un docente.</i></p>		
<p>Bibliografía</p>		

- Agudo, J. (2016). *Pioneros de la Microbiología: Louis Pasteur*. 4, 24–48.
- Cooper, G., & Hausman, R. (2009). *La CÉLULA* (Quinta edi). MARBÁN.
- Feo, R. (2010). Orientaciones Básicas para el Diseño de Estrategias Didácticas. *TENDENCIAS PEDAGÓGICAS*, 16, 221–236. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)90255-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(87)90255-8)
- Madigan, M., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., & Stahl, D. (2015). *Brock. Biología de los microorganismos*. (M. Romo & E. Jaramillo (eds.); 14a. Edici). Pearson Educación, S.A.
- Porto, A. (2017). *Tema 20: microorganismos*. Microbiología. <http://www.bionova.org.es/biocast/tema20.htm>
- Restrepo, M. (2012). Anton Van Leeuwenhoek: Breve historia de un descubrimiento. *Hechos Microbiol*, 3(2), 99–102. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/18742/16060>
- Rodríguez, P., & Arenas, R. (2018). Hans Christian Gram y su tinción. *Dermatología Cosmética, Medica y Quirúrgica*, 16(2), 166–167. <https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2018/dcm182n.pdf>

LABORATORIOS VIRTUALES DE FÁCIL ACCESO USADOS COMO RECURSOS EN LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre del Laboratorio Virtual de libre acceso	Temática	Sitio web
Virtual Urchin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Microscopía 	https://depts.washington.edu/vurchin/index.php?view=mictutl
Gizmos, Cell types	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspDetail&ResourceID=1066
Gizmos, Cell Structure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=450
Gizmos, Cell Division	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teoría Celular 	https://gizmos.exploration.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=443
Virtual Interactive Bacteriology	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tinción de Gram 	https://learn.chm.ms

Laboratory		u.edu/vibl/vibl/GramStain/gram_stain_HTML5Canvas.html
Gizmos, Ciclo lítico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Virus, Viroides y Priones 	https://gizmos.exploreelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=448
Hhmi, Biointeractive, ejemplos de virus en 3D	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Virus, Viroides y Priones 	https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/rinovirus

C. Anexo: Formato validación de la estrategia didáctica

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: _____

Institución o Entidad: _____

Correo electrónico: _____

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado "**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**" por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.					
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.					
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.					
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.					
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.					
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.					
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología.					
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.					
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.					

10	La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.					
----	--	--	--	--	--	--

Observaciones y/o Sugerencias:

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: Javier Enrique Cortés Amórtegui
 Institución o Entidad: Universidad Pedagógica Nacional
 Correo electrónico: jecortesa@pedagogica.edu.co

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado “**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**” por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.					x
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.				x	
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.					x
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.				x	
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.					x
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.				x	
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología.				x	
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.					x
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.					x
10	La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.					x

Observaciones y/o Sugerencias:

Se sugiere implementar el proceso...

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: Paola Andrea Santos

Institución o Entidad: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Correo electrónico:

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado “**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**” por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.					X
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.					X
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.				X	
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.				X	
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.					X
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.				X	
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología.				X	
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.					X
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.				X	
10	La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.					X

Observaciones y/o Sugerencias:

Considero que hace falta contemplar el objetivo general y específicos del curso.
Mecanismos de evaluación diferentes y competencias que adquiere el estudiante al
finalizar el curso. También sería interesante incluir actividades de investigación en el aula
o actividades de apropiación que involucren a la comunidad.

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: Carlos Andrés Ortiz Vega

Institución o Entidad: Egresado Universidad Pedagógica Nacional

Correo electrónico: cortv.vg@gmail.com

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado “**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**” por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.					X
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.				X	
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.				X	
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.				X	
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.				X	
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.					X
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología.			X		
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.				X	
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.				X	
10	La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.		X			

Observaciones y/o Sugerencias:

- 1) Puede ser interesante cambiar el tipo de nombre a la secuencia, por uno más llamativo que obedezca a la dirección que plantea el trabajo que es abordar una serie de elementos virtuales que fortalezcan el trabajo de manera práctica sobre microbiología, es decir, algo más específico como aquello que buscan los maestros en internet al abordar algo del área que facilite identificar este tipo de secuencia, debido a que en una búsqueda rápida puede pasar desapercibido ante una búsqueda no específica.
- 2) Es importante situar o tener claridad respecto al tipo de grado o grados a los que va dirigida la estrategia, pues sería bueno dar una orientación a los docentes de con quienes pueden realizar este tipo de secuencia. Así como generar unos objetivos propios de la estrategia, respondiendo a ¿Qué se quiere hacer con esta secuencia? ¿A dónde se espera llegar?, algo que puede hacerse en una introducción clara que presente todo el trabajo que se realizará, ya que esto es lo que orienta si la persona le sirve o no el documento y si puede o no encontrar lo que busca en él.
- 3) Sugiero que los enlaces correspondientes a cada laboratorio se encuentren de manera directa en las tablas de la secuencia didáctica, de manera que ellos durante la revisión de la secuencia puedan hacer revisión directa del recurso.
- 4) El momento uno en la actividad virtual, hay un momento interesante e importante que se resalta y es la explicación teórica del surgimiento de la microbiología y microscopía, así como en el recurso se ofrece un panorama muy resumido de distintos elementos que ayudaron en su elaboración, sería importante (a modo de sugerencia dentro de este momento) resaltar en esta parte los eventos previos que permitieron que las creaciones de Leeuwenhoek cobraran sentido
- 5) Revisa la redacción de algunos apartados, especialmente de los más largos en cuanto a conectores y signos de puntuación, algunas ideas se cortan durante la lectura de sustento teórico.
- 6) Es necesario revisar el apartado de “Contenidos” porque conceptualmente no se está enseñando sobre el manejo de TIC, sino sobre elementos teóricos sobre microbiología, entonces el contenido “conceptual” de la primera sesión no es lo referente al manejo de la herramienta virtual, sino la microscopía o el microscopio exactamente. También puedes establecer unos elementos previos al largo de la secuencia sobre los conceptos previos que se espera los estudiantes hayan reforzado para comprender los elementos que están viendo. Para ello, se debe resaltar el sentido de la estrategia que estas planteando que es una “secuencia” la secuencia es un paso a pasó de la estrategia que cobra un sentido y dirección para lograr el objetivo principal del trabajo.

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: Leslie Alexa Sánchez

Institución o Entidad: Escuela Normal Superior Distrital María Montessori

Correo electrónico: lsanchezr@educacionbogota.edu.co

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado “**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**” por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.				x	
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.					x
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.					x
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.					x
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.					x
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.			x		
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes para aprender temas relacionados con la microbiología.			x		
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.					x
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.					x
10	La estrategia didáctica planteada responde a				x	

	problemáticas en el contexto escolar.					
--	---------------------------------------	--	--	--	--	--

Observaciones y/o Sugerencias:

- Se debe precisar la linealidad entre las temáticas, cómo las temáticas llegan a unos objetivos propuestos en general.
- Precisar en la secuencia didáctica, qué elementos se van a usar (medios) ya sean ilustraciones, preguntas problematizadoras, ser más explícito.
- Tratar de hacerlo más atractivo y que tenga relación con el contexto de los estudiantes y del contexto escolar.
- Los laboratorios virtuales, es un tema pertinente, sin embargo, tener en cuenta el contexto del país y los recursos.

FORMATO VALIDACIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Nombre: Lina Fernanda Cárdenas González
 Institución o Entidad: Corporación Americana de Estudios
 Correo electrónico: Linacardenas04@gmail.com

Para la validación de la siguiente estrategia didáctica por favor tener en cuenta que hace parte de un trabajo de grado titulado “**Laboratorios Virtuales: Una estrategia didáctica para la enseñanza de la microbiología en educación secundaria**” por lo tanto, es importante tener en cuenta la siguiente escala y responder con una (x) la que crea más conveniente.

1. No cumple el criterio.
2. Medianamente cumple.
3. Cumple regularmente.
4. Cumple satisfactoriamente.
5. Cumple a cabalidad el criterio.

Número	Criterio para evaluar	Escala				
		1	2	3	4	5
1	Las temáticas sugeridas son acordes al contexto de la estrategia didáctica.				X	
2	El tiempo de la estrategia es suficiente para abordar las temáticas sugeridas en la estrategia.				X	
3	Los objetivos son claros y van orientados al aprendizaje de temas relacionados con la microbiología.				X	
4	Los contenidos son claros y van orientados a un aprendizaje en grado noveno.					X
5	Las temáticas responden a los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales.					X
6	Los recursos (Laboratorios virtuales) son de fácil acceso para los estudiantes y los docentes.				X	
7	Las actividades promueven la motivación de los estudiantes aprender temas relacionados con la microbiología.				X	
8	Los recursos utilizados en la estrategia son innovadores y llamativos para los estudiantes.			X		
9	La sustentación teórica responde a la temática y los objetivos.					X
10	La estrategia didáctica planteada responde a problemáticas en el contexto escolar.					X

Observaciones y/o Sugerencias:

De acuerdo con la estrategia didáctica que aquí se plantea, es oportuno mencionar la pertinencia que tiene el abordaje de los temas que se presentan en ella, ya que están dentro del marco orientador del currículo académico, así mismo son temáticas que se deben abordar desde la escuela para de esta manera problematizarlas y discutir las en el ámbito escolar, generando así construcciones de pensamiento científico más sólidas.

Por otro lado, se considera apropiado resaltar que las actividades que aquí se proponen, si bien son motivacionales, podrían proponerse con más participación por parte de los estudiantes y menos lectura por parte del maestro, teniendo en cuenta que en el marco de la virtualidad escolar se torna más complejo el captar la atención de los estudiantes durante el desarrollo de toda la clase, en ese sentido se sugiere aumentar la participación de los estudiantes para así mismo mantenerlos conectados y enfocados en la temática que se está llevando a cabo. Del mismo modo, las actividades en el momento del cierre se podrían pensar de tal forma que se pueda dar paso a la creatividad de los estudiantes, siempre dando carta abierta a que se construyan elementos que sumen a la teoría trabajada en clase, de tal manera en que se puedan articular diversos ejes tales como el arte, la expresión oral, el diseño y la manualidad que contribuyan a las habilidades motrices de los sujetos.

