



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 3 agosto de 2018

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Dahiana Marlen Rivera Cedeño, con C.C. No. 1.075.297.619,

María Camila Trujillo Bohada, con C.C. No. 1.084.869.143,

Fabian Hernando Rojas Duarte, con C.C. No. 1.075.289.907,

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado titulado **“Evaluación de microbiota cultivable de la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva (Colombia) a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad educativa con futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana”** presentado y aprobado en el año 2018 como requisito para optar al título de

Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Vigilada Mineducación



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

LA AUTORA/ESTUDIANTE:

Firma: Dahiana Marlen Rivera Cedeño

LA AUTORA/ESTUDIANTE:

Firma: María Camila Trojillo Bohada

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Ferrero



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: “Evaluación de microbiota cultivable de la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva (Colombia) a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad educativa con futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana”

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Rivera Cedeño	Dahiana Marlen
Trujillo Bohada	María Camila
Rojas Duarte	Fabian Hernando

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mosquera	Jonathan Andrés

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

FACULTAD: Educación

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

CIUDAD: Neiva **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2018 **NÚMERO DE PÁGINAS:** 418

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):



Diagramas___ Fotografías X Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general ___
Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___
Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

MATERIAL ANEXO:

PREMIO O DISTINCIÓN (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

Español

Inglés

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1. Docentes en formación | Teachers in training |
| 2. Columna de Winogradsky | Winogradsky Column |
| 3. Microbiología | Microbiology |
| 4. Estrategias didácticas | Teaching strategies |

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Se presenta el primer trabajo en la región Surcolombiana de la columna de Winogradsky. Se hizo uso del diseño de investigación mixto, en dos etapas, la primera de tipo cuantitativo y la segunda de enfoque cualitativo con alcance interpretativo. El diseño metodológico es de tipo pedagógico y disciplinar. Se hizo uso de técnicas de recolección de información de una guía didáctica para la salida de campo y una guía de actividades para la intervención didáctica en el aula, la cual comprendía lecturas y preguntas, sistematizando los contenidos por el software atlas Ti 7.0 y realizando un análisis estadístico por medio del software SPSS.

El sitio de estudio fue la laguna del Parque Jardín Botánico ubicado en Neiva-Huila, en el kilómetro cuatro, vía al Caguán- avenida Max Duque. Con una altitud de 471 msnm, cuenta con una extensión de 19 ha, un lago artificial de 6 ha, de esta manera se geo referenció con GPS los puntos de muestreo y lograr obtener resultados fisicoquímicos y microbiológicos. La población de estudio correspondió a los futuros docentes en formación de la Licenciatura de Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana del año 2017-2. Se reconocieron los problemas que tienen los futuros docentes en relación con los conceptos básicos de la microbiología a partir de la intervención, la salida de campo y la columna de Winogradsky. Se favorecieron nuevas concepciones sobre este campo de la



biología con relación al metabolismo, identificando fortalezas y posible aplicabilidad en el entorno educativo.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The first work in the Surcolombian region of the Winogradsky column is presented. The mixed research design was used, in two stages, the first of a quantitative type and the second of a qualitative approach with interpretative scope. The methodological design is of a pedagogical and disciplinary nature. Information collection techniques were used for a didactic guide for the field trip and a guide of activities for the didactic intervention in the classroom, which included readings and questions, systematizing the contents by the software atlas Ti 7.0 and making a statistical analysis through SPSS software.

The study site was the lagoon of the Parque Jardín Botánico located in Neiva-Huila, at kilometer four, via Caguán-Avenida Max Duque. With an altitude of 471 meters above sea level, it has an area of 19 ha, an artificial lake of 6 ha, in this way geo-referenced with GPS sampling points and achieve physicochemical and microbiological results.

The study population corresponded to the future teachers in formation of the Bachelor of Natural Sciences: Physics, Chemistry and Biology of the Universidad Surcolombiana of the year 2017-2. The problems faced by the future teachers in relation to the basic concepts of microbiology from the intervention, the field trip and the Winogradsky column were recognized. New conceptions on this field of biology were favored in relation to metabolism, identifying strengths and possible applicability in the educational environment.

APROBACIÓN DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Juan Manuel Perea Espitia

Firma:

Nombre Jurado: Sonia Echeverry Hernández

Firma:

Nombre Jurado: Nathaly Vanessa Murcia

Firma:

**EVALUACIÓN DE LA MICROBIOTA CULTIVABLE DE LA LAGUNA DEL
PARQUE JARDÍN BOTÁNICO DE NEIVA (COLOMBIA) A TRAVÉS DE LA
COLUMNA DE WINOGRADSKY Y SU APLICABILIDAD EDUCATIVA CON
FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA**

MARÍA CAMILA TRUJILLO BOHADA 20131118977

DAHIANA MARLEN RIVERA CEDEÑO 20131120004

FABIAN HERNANDO ROJAS DUARTE 20122114052

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA
NEIVA, 2018**

**EVALUACIÓN DE LA MICROBIOTA CULTIVABLE DE LA LAGUNA DEL
PARQUE JARDÍN BOTÁNICO DE NEIVA (COLOMBIA) A TRAVÉS DE LA
COLUMNA DE WINOGRADSKY Y SU APLICABILIDAD EDUCATIVA CON
FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA**

MARÍA CAMILA TRUJILLO BOHADA 20131118977

DAHIANA MARLEN RIVERA CEDEÑO 20131120004

FABIAN HERNANDO ROJAS DUARTE 20122114052

ASESORADO POR:

Mg. JONATHAN ANDRÉS MOSQUERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: EDUCACIÓN

Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física,

Química y Biología

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA

NEIVA, 2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

APROBADO

Firma del Jurado

Nathaly Vanessa Murcia M.

Nombre del Jurado: Nathaly Vanessa Murcia Murcia

Firma del Jurado

Sonia Echeverry

Nombre del Jurado: Sonia Echeverry Hernández

AGRADECIMIENTOS

En primera medida agradecemos a Dios por ser nuestro guía, y darnos la sabiduría y disposición para llevar a cabo esta investigación. Damos gracias infinitas a nuestras familias que nos acompañaron y apoyaron constantemente. A ellos debemos el logro de esta meta por ser nuestra mayor inspiración y fuerza. Por sus sacrificios, amor y ejemplo de vida.

A nuestros maestros Jonathan Andrés Mosquera y Elías Francisco Amórtegui Cedeño, docentes de la Universidad Surcolombiana por su ejemplo de perseverancia y amor por la educación. Por su acompañamiento incondicional, paciencia, asesoría, orientación, sugerencias, cariño y entrega durante el desarrollo de esta tesis de grado.

A la profesora Sonia Echeverry docente de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, por abrirnos el espacio para realizar la intervención didáctica con los docentes en formación del curso de microbiología. Así como también por sus observaciones durante este proceso.

A los futuros docentes del curso de microbiología 2017-2 por recibirnos con la mejor energía y disposición para transformar conocimientos y construir nuevos mediante la columna de Winogradsky como instrumento de enseñanza.

A los líderes ambientales del parque jardín botánico de Neiva, quienes nos abrieron las puertas de este increíble lugar, por guiarnos y apoyarnos en nuestro objetivo de investigación.

A nuestros compañeros del semillero de investigación ENCINA por permitirnos hacer parte de esa gran familia, por las experiencias compartidas y cariño durante cada una de las actividades desarrolladas.

A nuestros compañeros Angy Carolina Perdomo, Juan Carlos Ramírez y William Jajoy Juajibioy por su invaluable ayuda en el desarrollo de la práctica de campo y la toma de muestras en la laguna del parque jardín botánico de Neiva.

A las docentes Rosa Alcira Carreño de la Universidad Surcolombiana y Jimena Sánchez de la Universidad Nacional por sus orientaciones y observaciones en aspectos microbiológicos. Al igual que al laboratorio Diagnosticamos y a sus líderes técnicos en fisicoquímica y microbiología por sus aportes en los procedimientos y resultados del componente disciplinar.

A las personas que, de una u otra manera han sido importantes en nuestro proceso de formación como personas y docentes: Al jefe de programa Juan Manuel Perea Espitia, al docente Luis Javier Narváez Zamora, a Jeymy Yoana Montealegre y a Nohora Piedad Camero por su colaboración y cordialidad.

A los miembros del jurado de esta tesis, por su disposición y sugerencias como importantes aportes para el mejoramiento de este trabajo.

DEDICATORIA

La vida me ha llenado de gratitud y amor, por ello dedico esta tesis principalmente a Dios, quien me ha guiado por buen camino. Con todo amor y cariño a mis padres Marleny Bohada Liévano y Silvio Trujillo Rivas quienes siempre creyeron en mis capacidades, me apoyaron, y animaron a formarme como una persona responsable, con amor propio y respeto hacia los demás.

A William Jajoy Juajibioy quien siempre me ha ofrecido lo mejor de sí brindándome motivación, cariño, amor, y apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica. Por otra parte, agradezco a mi tía Niní Johana Bohada y su esposo Willintong Jiménez por su apoyo inicial y ofrecerme un espacio en su familia. Agradezco también a mi tío John Fredy Trujillo y demás familiares que aportaron su granito de arena para que este logro se hiciera realidad.

*Finalmente, no citare frases célebres de reconocidos famosos, pero si mencionare un fragmento de la canción *Respira el momento* de René Pérez y Eduardo Cabra integrantes de calle 13 “... Aunque calculemos todo y le pongamos nombre propio nuestro espíritu no lo pueden ver los microscopios. Nadie se puede acobardar, nacimos siendo valientes porque respirar es arriesgar. Este es el momento de agarrar el impulso, las emociones las narra nuestro pulso...”.*

María Camila Trujillo Bohada

Durante mi proceso de formación he tenido la oportunidad de crecer como profesional y persona, por ello en este punto de mi vida agradezco a Dios por darme la salud, pasión, sabiduría, luz y amor para alcanzar mis objetivos.

Agradezco infinitamente a mi madre Martha Yaneth Cedeño y mi padre Carlos Augusto Rivera Rocha por ser mi pilar de vida. Por confiar en mis capacidades, darme su apoyo

incondicional en los buenos y malos momentos, por sus consejos, valores, esfuerzos, constancia, dedicación y principalmente por su amor inmenso. También agradezco a mi hermano Brayán Steeven Cedeño por estar en los momentos más importantes de mi vida y llenarme de energía y convicción por lograr mis metas.

A Fabian Hernando Rojas Duarte por ser mi fuente de motivación e inspiración para ser una mujer perseverante, valiente y con valores que me harán ser mejor persona y profesional día a día, por brindarme su apoyo, y amor en cada aspecto. Por ser ejemplo de compromiso y perseverancia por lograr las metas.

Finalmente, a los maestros que marcaron cada etapa de este camino universitario, por sus enseñanzas e impulsar la investigación.

Dahiana Marlen Rivera Cedeño

La vida está llena de grandes emociones y sorpresas que llenan el corazón del ser humano, nacemos para lograr metas imposibles, crecemos para vivir momentos únicos y disfrutamos para sentirnos pleno en cada paso que damos en el diario vivir, agradezco a Dios y a la fe por tener fuerte mi vínculo sagrado y guiarme por senderos ostentosos.

Dedico mi esfuerzo, trabajo y perseverancia a mi padre Hernando Rojas Suarez protector y guía de mis logros personales y profesionales, infinitas gracias doy a mi madre Rosa María Duarte quien me forjó como ser humano y me enseñó a escoger los mejores valores para mi vida, inculcándome que la principal razón por la que debemos despertar cada día es la felicidad que nos hace más fuertes.

Por último, quiero dedicar este logro al pilar que hace parte de mi vida, quien me motiva a salir adelante sin importar los problemas para luchar por un mañana, agradecer infinitas veces

a Dahiana Marlen Rivera Cedeño, compañera de aventuras, impulsadora de cariño y protectora de sueños de mi vida, deseo no solo dedicar esta tesis si no dedicarle mi vida.

Quiero sin más formalidad dedicar a los principales guías de mi vida en la educación, mis maestros de primaria, secundaria y universidad, porque gracias a ellos soy quien soy y hago parte de una sociedad que quiere cambiar el mundo, pues plasmaron en mí todo lo mejor de ellos.

Fabian Hernando Rojas Duarte

RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO (RAE)

Tipo de modalidad de grado	Trabajo de Grado
Tipo de impresión	Magnético y Papel
Nivel de circulación	Universidad Surcolombiana
Acceso al documento	Biblioteca Universidad Surcolombiana
Título	Evaluación de la microbiota cultivable de la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva (Colombia) a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad educativa con Futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana.
Estudiantes	María Camila Trujillo Bohada– Dahiana Marlen Rivera Cedeño – Fabian Hernando Rojas Duarte
Asesor	Jonathan Andrés Mosquera (1)
Coasesor	No aplica
Filiación	1. Docente Catedrático del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, Facultad de Educación, Universidad Surcolombiana. Investigador del grupo Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias – CPPC.
Disciplina	Educación en Ciencias
Área de estudio	Formación de Profesores
Grupo/Semillero de Investigación	ENCINA- Enseñanza de las Ciencias Naturales
Publicación	Trujillo, M. C., Rivera, D. M. y Rojas, F. H. (2018). <i>Evaluación de la microbiota cultivable de la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva (Colombia) a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad educativa con Futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana</i> (Tesis de Pregrado). Neiva, Colombia, Universidad Surcolombiana.
Síntesis	Se presenta el primer trabajo en la región Surcolombiana sobre la columna de Winogradsky. Para eso se hizo uso de un diseño de investigación mixto, dividido en dos etapas, una primera de tipo cuantitativo, y una segunda de enfoque cualitativo con alcance interpretativo. El diseño metodológico es de tipo pedagógico y disciplinar. Se hizo uso de técnicas de recolección de información de una guía didáctica para la salida de campo y una guía de

	<p>actividades para la intervención didáctica en el aula, la cual comprendía lecturas y preguntas, sistematizando los contenidos por medio de un software llamado atlas Ti 7.0 y realizando un análisis estadístico por medio del software SPSS.</p> <p>Por otra parte, el sitio de estudio fue la laguna del Parque Jardín Botánico ubicado en Neiva-Huila, en el kilómetro cuatro, vía al Caguán- avenida Max Duque Gómez. Con una altitud de 471 msnm, en las coordenadas 02° 53.9' 72" N - 75° 16.1' 82" W. Esta zona natural cuenta con una extensión de 19 ha, 444 m², un lago artificial de 6 ha (variable según las estaciones y años), cubierta de vegetación propia del medio acuático, de esta manera que se geo referenció con un GPS los puntos de muestreo y así lograr obtener resultados variados en aspectos fisicoquímicos y microbiológicos.</p> <p>La población de estudio correspondió a los futuros docentes en formación de la Licenciatura de Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana del segundo semestre del año 2017. Se reconocieron los problemas más relevantes que tienen los futuros docentes en relación con los conceptos básicos de la microbiología, por lo que a partir de la intervención, la salida de campo y la columna de Winogradsky se favorecieron nuevas concepciones sobre este campo de la biología con relación al metabolismo, identificando fortalezas y posible aplicabilidad en el entorno educativo de esta herramienta.</p>
Palabra clave	Docentes en formación, Columna de Winogradsky, Microbiología, Estrategias Didácticas.
Fuentes	El presente trabajo cuenta con 204 fuentes bibliográficas.
Problemas	En Colombia el conocimiento de la biodiversidad permite a las comunidades conservar y valorar su entorno. Desde la academia se han realizado estudios en campos de la fauna y la flora, no obstante, se presentan vacíos de información en la microbiología en zonas acuáticas y terrestres, pues la mayoría de las publicaciones se hallan en la parte clínica, como se evidencia en las bases de datos consultadas como revisión de los antecedentes, donde los microorganismos se enlazan a enfermedades graves, originando infecciones, problemáticas ambientales y agropecuarias que afectan el bienestar de otros seres vivos. El Huila cuenta con variedad en sus pisos térmicos y ecosistemas lo que conduce a una riqueza ambiental, entre ellas el parque Jardín Botánico de Neiva, zona de recuperación, en la cual se están implementando proyectos de investigación para su transformación y protección. De este modo, mediante la implementación de la columna de Winogradsky se pretendió caracterizar la diversidad de microorganismos y los procesos biogeoquímicos que permiten su desarrollo en este espejo de agua.

	<p>A partir de lo anterior, y con la intervención didáctica a los futuros docentes de la licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana, mediante estrategias como salidas de campo, prácticas de laboratorio, situaciones problematizadoras y la columna como instrumento de enseñanza y aprendizaje de la microbiología, se logró incidir en las concepciones del profesorado. Permitiendo resaltar la importancia de estos microorganismos en procesos metabólicos y fotosintéticos, esenciales para la síntesis de alimentos y oxígeno en la naturaleza.</p>
Pregunta problema	<p>¿Qué microorganismos cultivables presenta la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, estimados mediante la aplicación de la columna de Winogradsky? ¿Cuál es la aplicabilidad de la columna de Winogradsky en la enseñanza y aprendizaje de la Microbiología con futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana?</p>
Objetivos	<p>General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimar la microbiota cultivable presente en la laguna del parque jardín botánico de Neiva a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad en la enseñanza de futuros docentes en ciencias naturales de la USCO. <p>Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aislar y caracterizar Microorganismos cultivables a partir de la columna de Winogradsky. • Diseñar y aplicar una secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la diversidad microbiana a través de la columna Winogradsky con futuros docentes de ciencias naturales. • Generar un plan de trabajo que permita difundir el conocimiento sobre microorganismos cultivables y características fisicoquímicas de la laguna para la conservación ambiental y el desarrollo de futuras investigaciones.
Población	<p>Los docentes en formación de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología que cursaron el seminario de microbiología en el semestre 2017-B.</p>
Metodología	<p>El presente trabajo contó con una metodología de tipo mixto, diseño no experimental de tipo transeccional exploratorio descriptivo, con métodos de análisis de contenido y un análisis estadístico básico con el paquete SPSS. Para la recolección de información se aplicó un cuestionario al inicio y al final del proceso y se diseñaron guías para la intervención didáctica con el profesorado en formación. Así mismo, la observación por semanas del progreso de las columnas y procedimientos acordes para la identificación de la microbiota de la columna y evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua, permitió cumplir con la parte disciplinar de este estudio.</p>
Resultado	<p>La investigación arrojó datos relacionados con el agua de la laguna, demostrado con los parámetros fisicoquímicos que se rigen a nivel nacional</p>

	<p>que la calidad del agua para los 3 puntos es mala (Punto de nacimiento, punto del muro de contención y punto de proximidad a los senderos), ya que no cuenta con caudales que oxigenen este cuerpo hídrico y se produzcan metabolismos precisos a nivel ecosistémico. Así mismo, los resultados microbiológicos otorgan la estimación de la microbiota cultivable de los 3 puntos de muestreo, identificando microorganismos como <i>Diatomeas</i>, <i>Nematodos</i>, <i>Staphylococcus</i>, <i>Pseudentermedius</i>, <i>Sphingomonas</i>, <i>Paucimobilis</i>, <i>Acinetobacter</i>, <i>Haemolyticus</i> y <i>Escherichia coli.</i>, en su mayoría productores de grandes enfermedades que podrían causar la muerte de no tratarse correctamente en algunos casos, de llegarse a consumir estas aguas.</p> <p>En cuanto a los resultados pedagógicos, se encontró que a partir de la aplicación del software SPSS el cual estima las diferencias significativas entre los conocimientos previos y los conocimientos finales, se da validez a la hipótesis alternativa (0), confirmando progresos en las concepciones del profesorado participante después de la aplicación de la intervención didáctica.</p>
<p>Conclusiones</p>	<p>La columna de Winogradsky permitió ser utilizada como medio de cultivo in situ para estimar el crecimiento de microorganismos ambientales. Además, al ser un instrumento de fácil construcción y económico, permite desarrollar experiencias de campo e investigación con grupos de estudiantes. Por otra parte, el desarrollo de microorganismos se presentó de acuerdo con los nutrientes y factores ambientales, y su estimación se realizó por el tipo de pigmentaciones generadas en la columna. De esta manera fue posible observar el desarrollo de microorganismos sulfato-reductores, cianobacterias, <i>Thiobacillus</i>, bacterias verdes del azufre, algas, bacterias púrpuras del azufre o no azufre.</p> <p>Las especies de microorganismos aislados a partir de la columna de Winogradsky en medios de cultivo comerciales son <i>Staphylococcus pseudentermedius</i>, <i>sphingomonas paucimobilis</i>, <i>Acinetobacter haemolyticus</i>, <i>E coli</i> pertenecientes a los filos de Firmicutes y Proteobacterias, Asociados a fuentes antropogénicas y de animales, lo que nos indica que posiblemente provienen de lixiviados y aguas residuales que alimentan el caudal de la laguna, esta última ubicada en inmediaciones residenciales al sur de la ciudad de Neiva, zona que es altamente intervenida por construcciones y edificaciones.</p> <p>La laguna del jardín botánico presenta aguas mínimamente transparentes y posee una elevada carga de material orgánico lo que sumado a las bacterias y plantas macrófitas (indicadoras de contaminación) generan un bajo nivel de oxígeno, considerando la laguna como eutrofizada. Así mismo, el matiz verdoso de sus aguas, es evidencia de la presencia de algas y diatomeas.</p>

En cuanto a las concepciones sobre microbiología, podemos decir que los docentes en formación de la Universidad Surcolombiana inicialmente sólo consideraban microorganismos a las bacterias, luego se obtuvieron progresiones al considerar otros grupos de microorganismos como hongos, algas entre otros. Así mismo, se evidenció la vinculación de los microorganismos y el ambiente en los ciclos biogeoquímicos, registrando concepciones en las que, instrumentos como la columna de Winogradsky dejó de ser desconocida. Se resaltó una progresión ideal, mediante la salida de campo, en la cual se procuró enseñar la relación del hombre con la naturaleza incluyendo organismos macro y micro, estableciendo la posibilidad de existir situaciones benéficas y no solamente perjudiciales a la salud, como se concebía al inicio del proceso formativo.

Los seminarios realizados durante la secuencia didáctica, permitieron que los docentes en formación generaran más interrogantes de los propuestos en las situaciones problema planteadas por los investigadores. De esta manera, se logró que los estudiantes relacionaran los temas, desde experiencia en el ambiente cotidiano o diario vivir. Por otro lado, también se evidenció la vinculación de los conocimientos previos al proceso de aula, tal es el caso de las relaciones con documentales presentados en diversos canales de televisión entre ellos podemos mencionar los de National Geographic. Finalmente, las lecturas complementarias recopiladas con asesoría del director del trabajo y de la docente titular del curso de microbiología, permitieron abordar campos desconocidos de la temática, favoreciendo el debate académico y la discusión analítica, como competencias de la formación en ciencias naturales para el profesorado en formación.

La discusión como proceso en el aula de clase, genera una relación entre el docente, el contenido y el estudiante (futuros docentes) de forma natural. Pues genera experiencias enriquecedoras al no condicionar al estudiante, por el contrario, se logra que por libre elección exprese su opinión. De esta manera, se favorece la asimilación de conceptos como por ejemplo las diferencias en los mecanismos de respiración como proceso de tomar oxígeno y liberar CO₂ y la respiración celular como un mecanismo de obtención de energía.

Los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos evaluados y contrastados con los índices de calidad del agua en Colombia establecen un rango de 0 a 100 para calificar la pureza del agua, demostrando que la Laguna del Jardín Botánico de Neiva tiene una calidad intermedia, que en la escala de clasificación ratifica que el cuerpo de agua superficial no es aconsejable para el consumo humano, pues su ingesta incurriría en afecciones gastrointestinales o dolencias fatales.

Tipo de trabajo	Investigación definida
------------------------	------------------------

Autor del RAE y fecha de elaboración	MCT, DMR, FHR - 30 de junio de 2018
---	-------------------------------------

Tabla de Contenido

Tabla de contenido	14
1. Introducción	28
2. Planteamiento Del Problema.....	31
3. Antecedentes	38
3.1. Internacionales.....	38
3.2. Nacionales	54
3.3. Regionales	63
4. Justificación.....	74
5. Objetivos	80
5.1. Generales.....	80
5.2. Específicos	80
6. Marco Teórico	81
6.1. Componentes Disciplinar	81
6.1.1. Ecosistemas microbianos de agua dulce y terrestre.....	81
6.1.2. ¿Qué es diversidad biológica y cómo se altera?	82
6.1.3. Importancia de la diversidad microbiana.	84
6.1.4. Tipos de diversidad	87
6.1.5. Estudio de la diversidad a escala de especies, caracteres y grupos funcionales.....	90
6.1.6. Microbiología de suelos	91
6.1.7. Condiciones ambientales para el desarrollo de microorganismos en aguas.....	92
6.1.8. Dinámica de las poblaciones bacterianas.	94
6.1.9. Medio ambiente microbiano.....	95
6.1.10. Microorganismos presentes en el agua.....	96
6.1.11. Importancia del componente microbiano en la naturaleza.....	97
6.1.12. Metabolismo de un sistema acuático.....	97
6.1.13. Composición y características de una laguna.	98

6.1.14. Factores abióticos de una laguna.....	99
6.1.15. Factores bióticos de una laguna.....	100
6.1.16. Identificación bacteriana.....	100
6.2. Parámetros fisicoquímicos.....	101
6.2.1. Calidad del agua.....	101
6.3. Componente pedagógico.....	105
6.3.1. Formación docente.....	105
6.3.2. Trabajos Prácticos (Laboratorios, Salidas de campo).....	106
6.3.3. Enseñanza aprendizaje de la ciencia microbiológica.....	107
6.3.4. Concepciones previas de los estudiantes de ciencias naturales.....	110
6.3.5. Enseñanza y estructura de la columna de Winogradsky.....	111
6.3.6. Secuencia de clase.....	115
7. Metodología.....	117
7.1. Enfoque de investigación.....	118
7.2. Método de investigación.....	119
7.3. Tipo de investigación.....	121
7.4. Etapas de la investigación.....	121
7.5. Etapa i: componente disciplinar.....	122
7.5.1. Área de estudio.....	122
7.5.2. Recolección de muestras de agua para análisis fisicoquímico.....	125
7.5.3. Fase de laboratorio para análisis Fisicoquímico.....	127
7.5.4. Toma de muestras de lodo y construcción de la columna.....	145
7.5.5. Fase de laboratorio para análisis microbiológico.....	150
7.6. Etapa 2: componente pedagógico.....	157
7.6.1. Área y población de estudio.....	157
7.6.2. Construcción y validación del cuestionario.....	158
7.6.3. Aplicación del cuestionario o test.....	160
7.6.4. Intervención didáctica.....	160
7.6.5. Salida de campo.....	164

8.	Resultados y discusión.....	168
8.1	Componente disciplinar.....	169
8.1.1.	Parámetros Físicoquímicos para la Calidad de Agua de la Laguna.....	169
8.1.2.	Construcción y seguimiento de la Columna de Winogradsky.....	197
8.1.3	Estimación de la microbiota cultivable.....	210
8.2	Componente pedagógico.....	216
8.2.1.	Diseño y validación del cuestionario.....	216
8.2.2.	Concepciones iniciales del profesorado en formación.....	226
8.2.3.	Intervención didáctica sobre nutrición y diversidad metabólica.....	274
8.2.4.	Seminario nutrición y factores de crecimiento.....	275
8.2.5.	Desarrollo del seminario metabolismo.....	286
8.2.6.	Salida de campo.....	311
8.2.7.	Comparación de las concepciones iniciales y finales del profesorado en formación.....	317
9.	Conclusiones.....	368
10.	Referencias.....	371
11.	Anexos.....	396
	Anexo 1 Cuestionario.....	396
	Anexo 2. Consentimiento Informado.....	405
	Anexo 3. Guía 1.....	406
	Anexo 4. Lectura actividad 2.....	408
	Anexo 5. Guía 2.....	412
	Anexo 6. Actividad 1.....	414
	Anexo 7. Salida de campo.....	415
	Anexo 8. Fotografías.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de construcción de la columna.....	113
Figura 2. Columna de Winogradsky- poblaciones caracterizadas por coloración (1) Algas fotosintéticas, (2) Bacterias rojas del azufre - <i>Chromatium</i> spp, (3) Deposito de sulfuro de metales pesados asociado a la presencia de microorganismos.....	114
Figura 3. Fotografía de la laguna del parque jardín botánico de Neiva.....	123
Figura 4. Vegetación que recubre la laguna del parque jardín botánico de Neiva, en su mayoría la <i>Eichornia crassipes</i>	123
Figura 5. Puntos de muestreo establecidos en la investigación.....	124
Figura 6. Medición de parámetros fisicoquímicos con el pHmetro digital portátil HQ40d.....	126
Figura 7. Toma de agua en recipiente de 1000 ml – punto de muestreo 1 de la laguna del parque jardín botánico de Neiva.....	127
Figura 8. Cuadro de serie de dilución para aguas.....	143
Figura 9. Procedimiento realizado en la toma de muestras de sedimento y construcción de la columna de Winogradsky.....	147
Figura 10. Esquema de una columna de Winogradsky indicando sus tres zonas principales con su diferente estrato: organismos reductores y fermentadores (estrato 1) – bacterias verdes del azufre (estrato2) - bacterias púrpuras de azufre (estrato 3)- bacterias púrpuras no del azufre (esatrto4) – bacterias sulfo oxidatorias aerobias (estrato5) – fototrofos oxigenicos (estrato6).....	149
Figura 11. Técnica de dilución para conteo en placa de microorganismos.....	152
Figura 12. Colorantes de tinción de Gram.....	153
Figura 13. Equipo de identificación de microorganismos VITEK-2 COMPACT.....	154
Figura 14. Docentes en formación del curso de microbiología en la salida de campo al parque jardín botánico de Neiva.....	165
Figura 15. Desarrollo de la salida de campo y construcción de la columna de Winogradsky en la intervención didáctica al curso de microbiología.....	167
Figura 16. Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación del oxígeno disuelto.....	177
Figura 17. Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación de oxígeno disuelto con resultados en los puntos de muestreo.....	177
Figura 18. Valoración de la calidad del agua en función del residuo total.....	179

Figura 19. Valoración de la calidad del agua en función del residuo total con resultados en los puntos de muestreo.....	180
Figura 20. Valores de demanda bioquímica de oxígeno a nivel nacional en Colombia	181
Figura 21. Valores de demanda bioquímica de oxígeno con resultado de puntos de muestreo .	182
Figura 22. Valoración de la calidad del agua en función de la temperatura a nivel nacional en Colombia.....	184
Figura 23. Valoración de la calidad del agua en función de la temperatura anexo a resultados de los puntos muestreados.....	185
Figura 24. Valoración del agua en función de la turbidez – parámetro nacional en Colombia..	186
Figura 25. Valoración del agua en función de la turbidez con resultados de puntos de muestreo	187
Figura 26. Valoración de la calidad del agua en función del pH a nivel nacional en Colombia	188
Figura 27. Valoración de la calidad del agua en función del pH con resultados de punto de muestreo.....	189
Figura 28. Valoración de la calidad del agua en función del fosforo a nivel nacional en Colombia	190
Figura 29. Valoración de la calidad del agua en función del fosforo con resultados de puntos de muestreo.....	191
Figura 30. Valoración de la calidad del agua en función del Nitrógeno.....	192
Figura 31. Valoración de la calidad del agua en función del nitrógeno en los puntos de muestreo en el Jardín Botánico de Neiva	193
Figura 32. Valoración de la calidad del agua en función de coliformes fecales a nivel nacional en Colombia.....	194
Figura 33. Valoración de la calidad del agua en función de coliformes fecales con resultados de los puntos de muestreo	195
Figura 34. Opciones metabólicas para la obtención de energía.....	205
Figura 35. Ciclo del azufre, principal en los estudios de Sergei Winogradsky	206
Figura 36. Cianobacterias encontradas en la zona superficial de la columna de Winogradsky, izquierda género Oscillatoria, derecha género Gloeocapsa.....	211
Figura 37. Diatomeas vistas al microscopio óptico	211
Figura 38. Nemátodo de vida libre.....	212

Figura 39. Concepciones sobre los microorganismos hallados en CI.....	230
Figura 40. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E1.P1.	233
Figura 41. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E10.P1.	233
Figura 42. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E4.P1.	233
Figura 43. Concepciones iniciales sobre morfología de los microorganismos	236
Figura 44. Concepciones iniciales sobre la fisiología concebida por el profesorado en formación	239
Figura 45. Concepciones iniciales sobre Microorganismos en la ecología y ambiente.....	241
Figura 46. Concepciones sobre las características en el área de la salud.....	245
Figura 47. Concepciones de los microorganismos en lo que respecta a la industria alimentaria.	247
Figura 48. Concepciones sobre cómo ayudar a Sara y Juliana en la situación problema.	250
Figura 49. Concepciones de los docentes en formación sobre la columna de Winogradsky.....	253
Figura 50. Indagación sobre el crecimiento de microorganismos en los alimentos mencionados en la situación problema.....	256
Figura 51 Indagación sobre la diversidad de microorganismos sobre los alimentos mencionados.	259
Figura 52. Concepciones sobre la enseñanza de la microbiología de los colegios.....	261
Figura 53. Concepciones de los materiales empleados en una clase de microbiología por los futuros docentes.	265
Figura 54. Concepciones sobre la planeación de una clase de microbiología.....	268
Figura 55. Concepciones sobre las motivaciones de enseñar una clase de microbiología.....	270
Figura 56. Concepciones sobre la importancia de las salidas de campo para los docentes en formación.....	273
Figura 57. Subcategorías identificadas en el desarrollo de microorganismos.....	276
Figura 58. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores de crecimiento”	277
Figura 59. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Medios de cultivos”	279
Figura 60. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Tipos de ambientes”	281
Figura 61. Actividad 2. Categoría identificada sobre microbiología ambiental.....	282
Figura 62. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Ecología microbiana” ...	283

Figura 63. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Equilibrio microbiológico”	285
.....	
Figura 64. Actividad 3. Categoría identificada “Metabolismo”	286
Figura 65. Actividad 3. Tendencias identificadas de la subcategoría “Condiciones”	287
Figura 66. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Tipo”	288
Figura 67. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Ruta”	289
Figura 68. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Producto”	290
Figura 69. Actividad 6. Categoría identificada de Metabolismo.	291
Figura 70. Actividad 6. Tendencias identificadas de la subcategoría “Tipos”	292
Figura 71. Tendencias identificadas de la subcategoría “Condiciones”	293
Figura 72. Actividad 4. Categoría identificada de Metabolismo fermentativo	295
Figura 73. Tendencias de la subcategoría “Mecanismos”	295
Figura 74. Actividad 4. Tendencias de la subcategoría “Nutrientes”	297
Figura 75. Actividad 5. Categoría identificada de Metabolismo fermentativo	298
Figura 76. Actividad 5. Tendencias de la subcategoría “Factores ambientales”	299
Figura 77. Actividad 5. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores anatómicos”	301
Figura 78. Actividad 5. Tendencias de la subcategoría “Tipos”	302
Figura 79. Actividad 2. Categoría identificada de Metabolismo oxidativo	304
Figura 80. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores”	305
Figura 81. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Productos”	307
Figura 82. Actividad 2. Tendencia identificada de la subcategoría “Nutrientes”	308
Figura 83. Actividad 2. Tendencia identificada de la subcategoría “Morfología”	309
Figura 84. Categorías reconocidas en las producciones de la Salida de campo.	311
Figura 85. Guía de campo “Enseñanza de las ciencias”	312
Figura 86. Aprendizaje de campo de la salida pedagógica	314
Figura 87. Experiencias didácticas de la salida pedagógica	316
Figura 88. Comparación de las concepciones obtenidas en el pre y pos test.	323
Figura 89. Correlación de la información suministrada por los futuros docentes sobre la morfología de los microorganismos, en los cuestionarios aplicados.	326
Figura 90. Comparación de las subcategorías obtenidas en el pre y pos-test con respecto a la fisiología de los microorganismos	328

Figura 91. Comparación de las subcategorías sobre los microorganismos con respecto al medio ambiente obtenidas en el pre y pos-test.....	331
Figura 92. Correlación de las subcategorías sobre los microorganismos con respecto al área de la salud, obtenidas en el pre y pos-test.....	334
Figura 93. Correlación de los resultados obtenidos en el pre y pos test sobre características de los microorganismos con respecto a la industria alimentaria.....	337
Figura 94. Correlación de la información obtenida de los futuros maestros en la aplicación del pre-test y el pos-test con respecto a la situación problema de Sara y Juliana en su proceso por evaluar los microorganismos desarrollados en el envase de cerveza.....	340
Figura 95. Correlación de las concepciones alternativas y estructuradas de los futuros maestros en la aplicación del pre-test y el pos-test con respecto a la columna de Winogradsky	343
Figura 96. Confrontación de las subcategorías obtenidas en los test antes y después de la intervención didáctica con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de microorganismos en diversos ambientes.....	347
Figura 97. Contraste de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test aplicado a los docentes en formación con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de microorganismos en diversos ambientes y su similitud en un mismo medio de cultivo.....	350
Figura 98. Confrontación de las subcategorías suministradas por los docentes en formación en el pre-test y pos-test con respecto a la importancia de la enseñanza de la microbiología en los colegios.....	353
Figura 99. Confrontación de los datos obtenidos en el pre-test y pos-test aplicado a docentes en formación, con respecto a la categoría ¿Qué materiales emplearías en una clase de microbiología?.....	356
Figura 100. Confrontación de las subcategorías proporcionadas por los docentes en formación del seminario de microbiología, en la aplicación del test con respecto a cómo desarrollarían una clase de esta área en una institución educativa.....	359
Figura 101. <i>Confrontación de las subcategorías obtenidas con respecto al porque el profesorado en formación desarrollaría la clase de microbiología e implementaría actividades</i>	362
Figura 102. Confrontación de las subcategorías derivadas de las respuestas de los docentes en formación, en los test aplicados con respecto a su concepción sobre la importancia de los trabajos prácticos en la enseñanza de la microbiología.....	365

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Antecedentes Internacionales sobre la utilidad de la columna de Winogradsky y la enseñanza de aprendizaje de la microbiología.....	46
Tabla 2 Antecedentes Nacionales sobre la enseñanza de aprendizaje de la microbiología y área afines a la ecología microbiana y estudios microbiológicos de suelos.	59
Tabla 3. Antecedentes Regionales sobre la enseñanza y aprendizaje de la microbiología y estudios generales.	68
Tabla 4. Modelo para el diseño de unidades didácticas	115
Tabla 5. Localización geográfica de los puntos de muestreo	125
Tabla 6. Criterios para determinar la dilución aproximada de la muestra.....	136
Tabla 7. Coloraciones de las colonias	144
Tabla 8. Formato de seguimiento de la columna de Winogradsky aplicado durante 4 meses ...	148
Tabla 9. Identificación de posibles microorganismos en base a las coloraciones de los estratos	150
Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos del punto 1 de toma de muestra del jardín botánico de Neiva	169
Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos del punto 2 de la toma de muestra del jardín botánico de Neiva.....	170
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos del punto 3 de la toma de muestra del jardín botánico de Neiva.....	171
Tabla 13. Parámetros fisicoquímicos generales del jardín botánico de Neiva	173
Tabla 14. Parámetro fisicoquímico de oxígeno específico del jardín botánico de Neiva	175
Tabla 15. Solubilidad del oxígeno en agua dulce.....	175
Tabla 16. Parámetro fisicoquímico de sólidos, específico del jardín botánico de Neiva.....	178
Tabla 17. Parámetro fisicoquímico DBO específicos del jardín botánico de Neiva.....	180
Tabla 18. Valores de parámetros estándares de demanda bioquímica de oxígeno	182
Tabla 19. Parámetro fisicoquímico de temperatura específicos del jardín botánico de Neiva en los puntos muestreados	183
Tabla 20. Promedio de temperaturas de valoración de agua de los puntos de muestreo.....	183
Tabla 21. Parámetro fisicoquímico de turbidez específicos del jardín botánico de Neiva.....	185
Tabla 22. Parámetro fisicoquímico de pH específico del jardín botánico de Neiva.....	188

Tabla 23. Parámetro fisicoquímico de fosfato del jardín botánico de Neiva.....	189
Tabla 24. Parámetro fisicoquímico de nitratos específico del jardín botánico de Neiva	191
Tabla 25. Parámetro fisicoquímico de coliformes fecales específico del jardín botánico de Neiva	193
Tabla 26. Escala de clasificación del ICA - NSF.....	196
Tabla 27. Parámetros fisicoquímicos con resultados en la escala de clasificación del ICA-NSF para los puntos de muestreo en el parque jardín botánico de neiva.....	197
Tabla 28. Formato de seguimiento de la columna de Winogradsky aplicada durante los 4 meses de observación	198
Tabla 29. Matriz de validación de las preguntas para indignación de concepciones sobre la microbiología y la comuna de Winogradsky en el contexto educativo y su contribución a la formación docente.....	218
Tabla 30. Categorías encontradas inicialmente.....	226
Tabla 31. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N. 1	229
Tabla 32. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.1	234
Tabla 33. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.2	238
Tabla 34. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.3	240
Tabla 35. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.4	244
Tabla 36. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.5	247
Tabla 37. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 3	249
Tabla 38. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 4	252
Tabla 39. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 5.1	254
Tabla 40. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 5.2	257
Tabla 41. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 6	260
Tabla 42. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 7.1	263
Tabla 43. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 7.2	266
Tabla 44. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 7.3	269
Tabla 45. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 8.....	271
Tabla 46. Comparación del pre y pos test de las concepciones del profesorado en formación sobre educación y microbiología.....	317

Tabla 47. Comparación del pre y pos test de las concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta 1.....	322
Tabla 48. Comparación del pre y pos test de las concepciones de los futuros docentes con respecto al interrogante o categoría 2.1.....	325
Tabla 49. Comparación de la información obtenida sobre características fisiológicas en el pre y pos test de las concepciones de los futuros docentes.	327
Tabla 50. Comparación de las concepciones de los futuros docentes en el pre y pos-test sobre los microorganismos con respecto a la ecología y medio ambiente.....	330
Tabla 51. Confrontación de las subcategorías derivadas de la aplicación del pre-test y pos-test al profesorado en formación, con respecto a las características de los microorganismos en la salud.	333
Tabla 52. Contraste de las subcategorías sobre características de los microorganismos en la industria alimentaria obtenidas del pre-test y pos-test al profesorado en formación.....	336
Tabla 53. Confrontación de las subcategorías obtenidas en el pre-test y el pos-test con respecto a la situación problema propuesta a los docentes en formación sobre los procedimientos a llevar a cabo para la evaluación de microorganismos.	339
Tabla 54. Confrontación de las subcategorías suministradas por los docentes en formación durante el pre-test y el pos-test con respecto a las concepciones sobre la columna de Winogradsky.....	342
Tabla 55. Contraste de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test aplicado a los futuros docentes con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de los microorganismos en diversos ambientes.	346
Tabla 56. Confrontación de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de los microorganismos en diversos ambientes y su similitud en un mismo medio de cultivo.	349
Tabla 57. Confrontación de la información obtenida en el pre-test y pos-test aplicados a los futuros docentes, con relación a la categoría importancia de la enseñanza de la microbiología en los colegios.....	352
Tabla 58. Contraste de las subcategorías clasificadas en el pre-test y el pos-test a partir de las respuestas de futuros docentes con respecto a los materiales que se emplearían para el desarrollo de una clase de microbiología.....	355

Tabla 59. Confrontación de las subcategorías obtenidas en los test inicial y final aplicados al profesorado en formación con respecto a la categoría de que metodología aplicarían para el desarrollo de una clase de microbiología.	358
Tabla 60. Contraste de las subcategorías derivadas de la aplicación del pre-test al pos-test a los docentes en formación con respecto a porque harían la clase de microbiología y a su vez porque implementaría las actividades.	361
Tabla 61. Contraste de las subcategorías obtenidas de los test aplicados a los docentes en formación, con respecto a los trabajos prácticos como facilitadores de la enseñanza y aprendizaje de la microbiología antes y después de la intervención didáctica.....	364

1. Introducción

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales exige en los profesores la aplicación de estrategias didácticas y pedagógicas, que faciliten en los estudiantes la construcción de saberes a partir de la interacción con el entorno natural y que a su vez los aproxime a su realidad, es decir mirar hacia un contexto social y ambiental.

Por otra parte, se requiere del desarrollo de una actitud investigativa que genere en los estudiantes motivación y curiosidad por las temáticas que aborda la ciencia. De esta manera, la aplicación de metodologías experimentales y prácticas fomentadas por los maestros, permite lograr competencias, habilidades de observación, análisis y reflexión que conducen a conocimientos significativos (García y Orozco, 2008).

En lo que concierne a la enseñanza de la biología es indispensable que los profesores se encaminen en la búsqueda de estrategias para la transformación de conocimientos previos arraigados a los saberes tradicionales o míticos, la solución de problemas a nivel disciplinar, el desarrollo de destrezas en la investigación científica y comprensión de fenómenos que a su vez permitan el estudio de campos más específicos en las distintas áreas como plantea el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2005).

En lo que respecta a la enseñanza en el campo de la microbiología, se evidencian dificultades en los procesos prácticos y de aula que fomentan la construcción de saberes. Entre las problemáticas resaltadas por diferentes autores, se encuentran que los organismos objeto de estudio de la microbiología son microscópicos e invisibles a la visión normal del ser humano. Por otra parte, según Durango (2012), la utilización de terminología nueva, que, aunque es precisa para la enseñanza genera en los estudiantes desmotivación e indiferencia en la comprensión de la temática.

En otra instancia, se hace evidente que el auge de la enseñanza e investigaciones en Microbiología a nivel departamental, ha venido presentando un enfoque marcado hacia la salud, los procesos industriales, alimenticios, entre otros. Pero son realmente pocos los procesos de investigación enfocados a los microorganismos y su función en el medio ambiente, donde este tipo de organismos son esenciales para el sostenimiento del ecosistema como se menciona en los antecedentes. Es por ello, que de acuerdo con Martínez y Caurín (2013), es importante el “*Conocimiento del medio natural, social y cultural (...); para comprender la realidad del mundo que nos rodea y las transformaciones a las que está sometido*”. Por lo anterior, se acoge a la Microbiología Ambiental como un área que nos permite enfocar la interacción de los seres humanos con su entorno natural y social.

En consecuencia, las finalidades de este proyecto de investigación fueron estimar la microbiota cultivable de la Laguna el Jardín Botánico de Neiva, diseñar y aplicar estrategias didácticas en microbiología con futuros docentes de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, empleando la columna de Winogradsky como instrumento educativo y la describir y analizar los factores fisicoquímicos del agua de la laguna.

Este estudio se logró a partir de los montajes, observación y análisis de las diferentes columnas bajo el método de Winogradsky como medio para estimar la microbiota. Así mismo, se fundamentó en diferentes trabajos prácticos, como seminarios, salidas de campo, y el análisis de los factores fisicoquímicos se evaluaron para la laguna en su momento.

Finalmente, durante la lectura del presente documento se encontraran los siguientes apartados: En primera medida se presenta el *Planteamiento del problema*, donde se enfatiza sobre los vacíos de información relacionados con microorganismos del ambiente, y se utiliza la columna de Winogradsky como instrumento educativo y método para el desarrollo de ecosistemas microbianos, permitiendo de esta manera un análisis descriptivo en la estimación de la microbiota

cultivable de la laguna del parque Jardín Botánico de Neiva. En segunda instancia se tienen los *Antecedentes*, que hacen referencia a las investigaciones relacionadas con el tema de estudio de ámbito pedagógico y disciplinar en la microbiología. En tercera medida se tiene la *Justificación* que aportan las razones por las cuales se encaminó este proyecto de investigación. En cuarto lugar, se encuentran los *Objetivos* que exponen la finalidad de la investigación. En quinta instancia se construye el *Marco Teórico*, en el cual se presentan los enfoques disciplinares y conceptuales sobre la enseñanza de la microbiología. Como sexta estancia se encuentra la *descripción del área de estudio* (componente disciplinar) y *la población de estudio* (componente pedagógico). En séptima medida se muestra el *alcance de la investigación*. Como octavo ítem se presentan *las etapas de la investigación* donde se describen todos los pasos que se tomaron en cuenta para este estudio. Finalmente, y como novena parte, se encuentran los *resultados y análisis* y en décima instancia las *conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos*.

Así mismo, en la *Metodología* se describe el enfoque metodológico de la investigación para el componente pedagógico y disciplinar, el diseño de las actividades que se realizaron en la intervención didáctica, el proceso de construcción de la columna de Winogradsky y el análisis de las muestras. De igual forma, se indican las etapas que comprende la investigación.

2. Planteamiento Del Problema

El conocimiento de la Diversidad en un país como Colombia, es una necesidad prioritaria en la construcción y modificación de perspectivas en las comunidades, dado que se aprende a valorar, proteger y conservar tanto ecosistemas acuáticos como terrestres, de esta manera hacemos uso sostenible de los recursos.

De acuerdo con Sloan et al., (2014) Colombia cuenta con dos hotspots de biodiversidad del planeta (áreas de conservación con alto endemismo) de los 35 existentes, estos ecosistemas se caracterizan por poseer una gran riqueza de especies como plantas, mamíferos, peces, aves, anfibios, reptiles y una aguda perturbación de la cubierta terrestre. Así mismo, estos sitios presentan un elevado endemismo que requiere de estudio y cuidado porque en ellos converge la riqueza biológica, la población humana y la degradación ambiental.

Los hotspots que comprende el territorio de Colombia son los Andes Tropicales con un área de 1.546.119 Km² y Tumbes-Chocó-Magdalena con un área de 275.203 Km², los cuales además de contar con una biodiversidad excepcional son la fuente primaria de agua de los principales afluentes hídricos de los ríos Amazonas y Orinoco. Es por ello, que los hotspots de Colombia cuentan una vegetación primaria de 35% y 64% respectivamente (Myers, 1998), 49.2% de hábitats primarios (Mittermeier et al., 2004), 43.5% de áreas no perturbadas (Hannah et al., 1995), 28.3% de áreas silvestres (Sanderson et al., 2002) y 18.8% de paisajes forestales intactos (Potapov et al., 2008).

Según Young, et al., (2015) Colombia posee 121 de las áreas que han sido consideradas claves para la biodiversidad, entre ellas el Parque Nacional Natural Nevado del Huila ubicado al sur de la cordillera central. No obstante, aún con esta diversidad de fauna y flora, la creciente urbanización, el pastoreo de ganado y la expansión de la agricultura han acelerado a nivel global

la pérdida de la biodiversidad.

Al mismo tiempo es evidente que a pesar de los grandes esfuerzos realizados por estudiar la diversidad en nuestro país, siguen presentándose enormes vacíos de información en diferentes campos, uno de ellos es la microbiología como ciencia de estudio de la diversidad y funcionalidad de los organismos microscópicos (Tortora et al., 2007). Así mismo se hace evidente que esta ciencia centra su estudio en el ámbito clínico y no ambiental como se expresa en los documentos microbiológicos del Huila.

En relación con la riqueza ambiental a nivel regional se encuentra que el Huila es un departamento que cuenta con casi todos los pisos térmicos y diferentes ecosistemas que van desde el bosque muy seco tropical, hasta llegar a ecosistemas de páramos resaltando la zona amortiguadora del Nevado del Huila, lo que nos permite explorar y conocer los diferentes ambientes.

En cuanto a información de diversidad, no se encuentran publicaciones que soporten la diversidad de la microbiota cultivable en zonas de lagunas o zonas verdes para el departamento. Aunque a nivel regional y local es muy frecuente hallar publicaciones en estudios clínicos, problemáticas ambientales y agropecuarias que ponen en riesgo el bienestar de los demás organismos vivos. Allí se han referenciado seres biológicos, no observables a simple vista, incluyendo bacterias, hongos, protozoos y algas microscópicas. De esta manera se resalta que las investigaciones habitualmente se enlazan a estudios de enfermedades de gran importancia médica.

En relación a lo anterior, se encuentra que a nivel nacional se realizan monitoreos por el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), quien emite comunicados informando de brotes y enfermedades de importancia con gran impacto social y económico, por ejemplo el boletín epidemiológico N° 13 del año 2016 y el boletín epidemiológico N° 3 del 2017 reporta enfermedades virales tales como: 37 casos de enfermedades diarreicas producidas por

rotavirus, 24 casos por el virus de la hepatitis, 16 casos de la Infección Respiratoria Aguda (IRA) causados en su mayoría por el virus VSR, 12 casos en el Huila de Infección Respiratoria Aguda Inusitadas (IRAG) seguidas de otras en mayor proporción como la varicela.

También, entre las enfermedades infecciosas causadas por bacterias se registraron 236 casos de Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA) por bacterias como *Salmonella Typhi* y *Paratyphi*, 13 casos reportados por tosferina, 4 casos de meningitis bacterianas causadas por neumococos y 1 por *Haemophilus*. Con ello se suma la situación epidemiológica causada por vectores como los mosquitos, los cuales presentan un ciclo de reproducción y estado larvario asociado a aguas lenticas con registros de 999 casos de dengue de los cuales 86 fueron calificados como dengues graves, 910 casos de Zika, 590 casos de Chikunguña y la enfermedad de Leishmaniasis cuyos organismos derivan de un ciclo de vida asociado a lugares húmedos. Además, para asociaciones con material vegetal en descomposición se encontró como vector *Lutzomyia* con 7 casos reportados confirmados.

Finalmente, el último reporte revisado presenta registro de 12 casos de enfermedades virales diarreicas, 2 casos de infecciones bacterianas como meningitis causada por Neumococo (*Streptococcus pneumoniae*), 5 casos de Lepra causada por micobacterias y 95 casos de tuberculosis.

En base a la información anterior, se observa que en los diferentes periodos del año existe una alta incidencia de los microorganismos virales y bacterianos en la transmisión de enfermedades de importancia médica, al igual que las enfermedades transferidas a través de vectores como mosquitos vinculados a los diferentes cuerpos de agua situados en el departamento del Huila.

Resaltando de esta manera la importancia y seguimiento que se le da a los microorganismos en el ámbito clínico.

No obstante, se señala desde una mirada antropogénica a los microorganismos acuáticos

como base constituyente de la alimentación para especies de fauna y flora en espejos de agua, océanos, ríos y lagos. Por otro lado, se destaca la participación de los organismos microscópicos del suelo en los diferentes ciclos biogeoquímicos esenciales para mantener el reciclaje de nutrientes en el ciclo de la vida (Tortora et al., 2007).

Ahora bien, en lo que respecta a la educación se hace notable que existen falencias de información y propuestas que ayuden a solventar muchas de las necesidades en el área de la Microbiología, entre ellas conocer las concepciones alternativas del estudiantado. Estas concepciones son producto de las dificultades de aprendizaje que inician en los planteamientos de los estándares básicos de competencias de las Ciencias Naturales, pasan por los colegios y llegan a las universidades sin resolverse. En definitiva, las temáticas biológicas se enfocan hacia los componentes ecosistémicos, genéticos con una predisposición mayor en la construcción de conocimientos sobre plantas y vertebrados, aislando de esta manera el estudio y análisis de organismos fúngicos, protistas, bacterias, arqueobacterias entre otros, los cuales también hacen parte de la diversidad biológica que se debe enseñar (Arana et al., 2015).

De esta manera, una estrategia de enseñanza-aprendizaje es la construcción y el desarrollo de actividades experimentales abordadas por los profesores para “*aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencias*” Izquierdo et al., (1999), que junto a Barberá y Valdés (1996), dan un valor apreciativo a la práctica ya que generan diferentes destrezas, procedimientos científicos, técnicas manipulativas, activa el interés y la motivación lo cual contribuye a la enseñanza de las Ciencias Naturales. También, Del Carmen (2000), establece que las prácticas de campo son un medio en el que los alumnos relacionan la teoría con sus vivencias, evalúan la diversidad de cosas, su significado social. De allí la importancia de llevarlos a diferentes espacios, pues la mayoría de los trabajos se enfocan a la práctica en estudiantes de primaria y secundaria por lo que esporádicamente se realizan trabajos en formación docente.

De igual forma, el proceso de enseñanza-aprendizaje, la observación, las prácticas de campo y de laboratorio poseen un valor potencial al fomentar una actitud motivadora hacia las ciencias experimentales, y a su vez generar conocimientos o refuerzo de saberes teórico-científicos compartidos por el profesor en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, racional y reflexivo de la investigación científica. Estos son evidenciables al momento de plantear las clases en donde se deben alcanzar logros de aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal en los estudiantes (Harem, 1989; Reid y Hodson, 1993; y Claxton, 1994; citados en Del Carmen, 2000; Banet, 2000; y López & Tamayo, 2012).

De este modo, la realización de prácticas en las Ciencias Naturales generan desempeño, motivación y mayor participación, porque es algo novedoso y además se toman partes del método científico caracterizado por la observación, explicación del fenómeno observado a partir de hipótesis, construcción y ejecución de experimentos, análisis de los resultados obtenidos y formulación de conclusiones, lo que permite un descubrimiento constante ya sea dirigido o autónomo que los acerca a su realidad ambiental, y los conduce a nuevos conocimientos y a la expresión de habilidades para la resolución de problemas teóricos y prácticos (Barberá y Valdés, 1996; Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003; Orange, 1999; citados por Dourado, 2006), (Amórtegui y Correa, 2009; Amórtegui, 2011; y Banet, 2000).

Así mismo, según lo planteado por Amórtegui (2011), es imprescindible considerar las prácticas experimentales y de campo desde un enfoque que complementen el proceso de enseñanza y aprendizaje teórico de las ciencias.

Por consiguiente, se hace necesario desarrollar actividades como secuencias didácticas que nos permita mitigar vacíos y mejorar las concepciones alternativas que presentan los microorganismos de manera innovadora. Igualmente, es necesario estrategias prácticas que faciliten la progresión de las concepciones alternativas a estructuradas, por ello el empleo de los

seminarios y la implementación de la columna de Winogradsky como instrumento educativo y de investigación.

La implementación de la columna de Winogradsky como herramienta práctica y estrategia didáctica es idónea porque permite la enseñanza de diferentes temáticas como los ciclos biogeoquímicos, metabolismo, sucesiones ecológicas, relaciones interespecíficas, entre otras; además, requiere técnicas de observación, análisis del crecimiento y los cambios en las poblaciones microbianas, (Velásquez, 1979; López, 2008; y Parks, 2015). Así mismo, es precisa para representar el crecimiento de microorganismos bajo condiciones de estratificación constante, controlada y similar a las presentadas en diversos sistemas naturales, por lo que se hace práctico a la enseñanza e investigación (Pibernat et al., 1991). En cuanto a la construcción de la columna de Winogradsky esta es preparada con muestras de suelos o sedimentos enriquecidos con diferentes elementos, es incubado en luz solar, de esta manera esta se utiliza como cultivo de enriquecimiento o aislamiento microbiano que con el pasar del tiempo origina gradientes químicos y ambientales generando diversas comunidades microbianas (Esteban et al., 2015; y Loss et al., 2012).

Simultáneamente, este instrumento permite recrear condiciones ambientales específicas con luz, material orgánico contenido en el sedimento, entre otros; como también se pueden tomar variables de compuestos orgánicos e inorgánicos, entre estos, sulfato de calcio, carbonato de calcio y celulosa, para el crecimiento de los ecosistemas microbianos (Corner, 1992; Günther, 1996; y Charlton et al., 1997).

Por consiguiente, el sitio a analizar la microbiota cultivable es la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, constituida sin ánimo de lucro y por iniciativa privada debido a que este sitio es un espacio natural que se presta para investigación por su cercanía a la ciudad de Neiva y ser uno de los pocos espacios o zonas verdes con presencia de biodiversidad. El jardín se encuentra en proceso de recuperación incluyendo la laguna artificial (zona de estudio) donde residen diversidad

de especies acuáticas, aves migratorias, entre otros grupos faunísticos que han desarrollado su nicho en este ecosistema. Igualmente, se estima que la laguna presenta algún grado de contaminación, tomando como referencia factores como vertimientos hídricos provenientes de la ciudad y el indicador biológico macrófita *Eichhornia crassipes* la cual cubre gran parte de la superficie de este cuerpo de agua.

De conformidad con lo anterior, el poco conocimiento sobre la microbiota y la diversidad microbiológica de los cuerpos de agua y ambientes terrestres se presentó como una oportunidad que permitió realizar estrategias didácticas para la progresión de concepciones microbiológicas de una manera más estructurada con los docentes en formación, y aplicar la columna de Winogradsky para un análisis y estimación de la microbiota cultivable. Además, de una forma práctica el desarrollo de ecosistemas microbianos no cultivables en medios comerciales y educación en contexto, por ende, se resalta la importancia de la protección y conservación de estos ecosistemas que abarcan las especies microbiológicas de la región.

Finalmente se mencionarán los interrogantes de investigación.

De esta manera, se plantea como pregunta orientadora de la investigación:

¿Qué microorganismos cultivables presenta la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, estimados mediante la aplicación de la columna de Winogradsky?

¿Cuál es la aplicabilidad de la columna de Winogradsky en la enseñanza y aprendizaje de la Microbiología con futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana?

3. Antecedentes

Los antecedentes presentados a continuación son el resultado de la revisión de estudios encontrados en revistas como enseñanza de las ciencias, Eureka, Renewable Energy, National Science Teachers Association (NSTA), Journal of Microbiological Methods; bases de datos como Scielo, Redalyc, Dialnet, Science Direct; y páginas web relacionadas con la temática de la enseñanza y aprendizaje de la microbiología, estudio de la diversidad microbiana y de la columna de Winogradsky. La información fue analizada a nivel internacional, nacional y departamental.

3.1. Internacionales

Para la contextualización de la temática sobre la columna de Winogradsky, se realizó una revisión de trabajos internacionales en los que se encuentra el trabajo abordado por López (2008) en Cádiz, España. Denominado “*La columna de Winogradsky. Un ejemplo de microbiología básica en un laboratorio de educación secundaria*” Este trabajo busca aproximar la microbiología mediante las prácticas de laboratorio en las ciencias naturales en una institución secundaria. La metodología se fundamentó en la aplicación de la columna de Winogradsky como estrategia para la enseñanza de temáticas tales como los ciclos biogeoquímicos, fotosíntesis bacterianas, entre otras, metodología útil cuando no se tiene disposición de materiales de laboratorio como microscopios, reactivos y medios de cultivo. Esta columna permitió el desarrollo de ecosistemas microbianos en un recipiente plástico, con lodo, carbono, sulfato, caliza, arena y agua del lugar de muestreo, se identificaron microorganismos fotosintéticos, anaerobios, aerobios y otros observados fácilmente en el microscopio óptico.

Se revisó la publicación de Parks (2015), realizada en Atlanta, Georgia “*Vida microbiana en una columna de Winogradsky: Del curso de laboratorio a la experiencia de investigación diversa*” este se precisa en diseñar un laboratorio en el que los estudiantes, desarrollen una investigación individualizada, comprometidos en la resolución de problemas cooperativos, donde se presenten sus hallazgos de manera significativa y así obtener experiencia en la mecánica de la investigación auténtica, su metodología requiere la utilización de métodos básicos y más avanzados (tinción, microscopía, la bioquímica y la secuenciación 16S-rRNA), con ello se encontró que los estudiantes fueron capaces de construir una instantánea o fotografía de lo encontrado en el momento sobre la diversidad microbiana, incluyendo la filogenia, el metabolismo del suelo y del agua utilizada para la construcción de las columnas de Winogradsky.

De esta forma mediante el uso de una fuente común, los estudiantes pudieron observar una gran diversidad de microorganismos dentro de las columnas individuales y extrapolarse hacia la diversidad microbiana en las muestras iniciales de suelo y agua.

Así mismo, el trabajo de Bacchetti, Barroeta y Esteve (2015), “*La columna bioelectrogénica: una herramienta para introducir conceptos de ecología microbiana y electroquímica en la educación secundaria*” realizado en Madrid, España presenta un método sencillo para introducir el concepto de torre de electrones y así demostrar que algunas bacterias son capaces de producir corriente eléctrica. Este trabajo es de carácter cualitativo experimental, consistente en la realización de un montaje basado en la columna de Winogradsky, utilizando electrodos de grafito (mina de lápiz), y un multímetro para medir la corriente generada en procesos de óxido-reducción por los microorganismos dentro del ambiente de la columna. De esta manera se demostró la existencia de bacterias capaces de producir energía eléctrica de aproximadamente 500 mV por mes, esto generó curiosidad y permitió estimular la participación de los estudiantes.

De la misma manera se revisó el trabajo de Córner (1992), *“Ecology in a Jar: Bacterial growth in the Winogradsky column”* hecho en Enfocado en la enseñanza y aprendizaje del ciclo del azufre, las relaciones interespecíficas de los organismos en su entorno, allí los estudiantes parten de una práctica de laboratorio para la construcción de una columna de Winogradsky con adición de CaSO_4 y CaCO_3 los cuales fueron agregados a un recipiente cilíndrico con lodo, luego se añadió NaHCO_3 y NH_4Cl ; este se dejó en suspensión por un tiempo de 30 minutos y se cubrió con papel celofán. Finalmente se ubicó en un espacio bajo luz solar para la adsorción de esta fuente de energía y se observó durante un periodo de seis semanas. En el artículo se concluye que esta estrategia práctica, permite en los estudiantes tener un ejemplo preciso del desarrollo de ecosistemas microbianos, en el cual a partir de la observación y manipulación originará hipótesis y discusiones teóricas.

Igualmente, el trabajo De Loss, Fontes, Reginatto y Vasconcellos (2012), en Brazil, llamado *“Biohydrogen production by a mixed photoheterotrophic culture obtained from a Winogradsky column prepared from the sediment of a southern Brazilian lagoon”* allí se evalúa el potencial de un cultivo mixto fotoheterotrófico de las columnas de Winogradsky, preparadas de la laguna de la Concepción ubicada en Florianópolis, Brasil. De allí se obtuvo una síntesis de Biohidrógeno mediante foto fermentación. La metodología consistió en realizar las columnas de cultivo en botellas de vidrio de 10 ml con Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , K_2HPO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, y fuente de carbono orgánico. Luego estas fueron expuestas a una temperatura de $30\text{ }^\circ\text{C}$ durante un periodo de 10 días, bajo una intensidad de luz de $5,86\text{W/m}^2$ emitida por lámparas fluorescentes. Después se realizó un análisis espectrofotométrico de todo el pigmento de las células, una cromatografía de gases para determinar la producción de Biohidrógeno, un análisis molecular por PCR y DGGE y finalmente un análisis estadístico mediante ANOVA y el software Statistica 7.0. Los resultados mostraron la presencia de bacterioclorofilas y carotenoides, el análisis de DGGE expresó cuatro secuencias de

rDNA 16S distintas correspondientes a especies de procariotas diferentes, finalmente se evidenció mayor producción de hidrógeno a partir de butirato y acetato siendo este último un 24% más eficiente que el de otros sustratos.

También, se estudió el trabajo de Pibernat, García y Abellá (1991) “*Descripció D`Un model experimental de columna de Winogradsky. Paràmetres físicquímics*” realizado en Girona, España que comprende la elaboración de una columna de Winogradsky para facilitar el estudio de las migraciones de microorganismos planctónicos, controlando los gradientes de temperatura, luz y conductividad asimilando a los medios naturales. Se elaboró la columna y se dispuso de un sistema de calor y frío para el control de la temperatura. Luego para uno de los controles de conductividad se utilizó agua del lago Banyoles y agua de estanque, para otro control se utilizó agua de manantial del arroyo Castellana y agua de grifo. Las medidas fueron realizadas con un termistor de sonda sumergible y un conductivímetro. Los resultados exponen que la formación de la estratificación térmica produce intensificación del gradiente a lo largo del tiempo, por lo que a una temperatura de 37° C m⁻¹ se aseguró la separación de las dos masas de agua, no obstante, con las condiciones ensayadas y con las intensidades de gradiente obtenidas sería muy difícil realizar estudios de migración vertical de poblaciones de bacterias fototróficas del azufre.

Además, se analizó el trabajo de Esteban, Hysa y Bartow (2015) hecho en New York, EEUU, “*Temporal and spatial distribution of the microbial community of Winogradsky columns*”. Este se enfoca en investigar la dinámica de las comunidades microbianas en las columnas Winogradsky, midiendo los cambios en la comunidad microbiana en el tiempo. Se prepararon quince columnas de Winogradsky, tres para cada punto de tiempo con sedimento del lago Sunset, se incubaron durante 60 días a una temperatura de 20 °C. Se realizó un análisis de extracción, amplificación y secuencia del ADN microbiano con el gen 16S rRNA. El análisis de la diversidad se calculó mediante UNIFRAC y el software JMP. Los resultados mostraron un cambio de población de

sedimentos, ya que aumentaron los microorganismos como Cyanobacteria, Chloroflexi, Nitrospira y Planctomycetes, mientras que los Proteobacteria disminuyeron en el tiempo. Finalmente se concluye que la formación de gradientes por el tiempo y espacio proporciona una oportunidad única para evaluar el desarrollo, la alteración y la respuesta de la comunidad microbiana a variables ambientales.

Otro trabajo es el de Benoit, T (2015), denominado *“Increase the visibility of microbial growth in a winogradsky column by substituting diatomaceous earth for sediment”* y elaborado en Abilene, Texas el cual aborda la observación del crecimiento microbiano utilizando la tierra de las diatomeas (DE). Para esto se preparó una columna con sedimento DE que fue mezclado con una suspensión de microbios en un frasco de cultivo tisular, posteriormente se incubó con iluminación. La columna de DE se enriqueció como la columna de Winogradsky tradicional. Este trabajo desarrolló un sistema simple y flexible que a su vez permitió que el crecimiento microbiano sea apreciable desde la aparición temprana de microorganismos, igualmente los colores aparecen más vibrantes y se mejoran las observaciones.

Otro de los trabajos revisados es el de Charlton, McGrath y Harfoot (1997), que corresponde a *“The Winogradsky plate, a convenient and efficient method for the enrichment of anoxygenic phototrophic bacteria”* realizado en New Zealand. Este trabajo propone modificar la técnica tradicional de la columna de Winogradsky y hacerla más eficiente. La metodología empleada consistió en unas placas rectangulares o cuadradas unidas por abrazaderas de gel Protean II y tiras de plástico selladas en la parte inferior denominándose la placa de Winogradsky, a este se le agrega una muestra de sedimento, sulfato de calcio y se expone a iluminación constante por bulbos de tungsteno, para el posterior desarrollo de microorganismos fotótrofos; la observación se orientó al tamaño de las células, la forma, el modo de división, el color de la suspensión celular y la nutrición

del carbono. Los cultivos obtenidos del lago Rotoroa y estanque de Kerr fueron de bacterias *RhodoPseudomonas Palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*.

De igual manera, se analizó el trabajo del autor De Felipe (2004) de Madrid, España denominado “*Interacciones microorganismos-suelo-planta en la preservación del medio ambiente y la salud*” el cual expone la importancia de los microorganismos del suelo, la simbiosis con las especies vegetales como biofertilizantes y su aplicación en el control biológico de patógenos. En el desarrollo se presentaron características del suelo como agente de vida, que controla el suministro de nutrientes y agua para el crecimiento de la macroflora, microflora y la fauna, así mismo las características de la rizosfera como medio para los microorganismos, condicionamiento de nutrientes, salud de las plantas, tipos de suelo, bacterias promotoras del crecimiento vegetal, biotecnologías limpias en agricultura, fijación biológica de nitrógeno (FBN), características de la leguminosas como entidad para el mejoramientos de aspectos fisicoquímicos, estrategias biotecnológicas, simbiosis micorríca y Finalmente se establece que el potencial de los microorganismos del suelo parece ser ilimitado por lo que es preciso profundizar en las investigaciones que se han llevado a cabo hasta el momento, con el fin de que estas interacciones beneficiosas puedan repercutir en la mejor calidad de las cosechas, y en la autodefensa de las plantas en condiciones ambientales adversas.

Además, al revisar el trabajo de Covarrubias, García y Peña (2015) elaborado en Guanajuato, México y denominado “*El papel de los microorganismos en la Biorremediación de suelos contaminados con metales pesados*” plantea la recuperación de suelos por contaminación de metales pesados (MP) como mercurio, arsénico y plomo. Se resaltan las características fisicoquímicas como pH, óxido-reducción, materia orgánica, así como los tratamientos para el control de estos metales en aspectos fisicoquímicos relacionados con la oxidación/reducción (transformación) de los metales, el lavado de suelos (separación de los metales) y la

solidificación/extracción (inmovilización de los metales) además de biológicos como Bioabsorción, Bioprecipitación (inmovilizar MP con bacterias sulfato reductoras), La Biolixiviación heterotrófica (acidificación del medio para la liberación de metales). La Biolixiviación autotrófica (bacterias quimiolitotróficas y acidófilas, las cuales fijan dióxido de carbono y obtienen energía) conjuntamente con la Biovolatilización (metilación de MP y metaloides como Hg, As y Se mediante bacterias y hongos). Se concluye que los métodos fisicoquímicos representan un costo económico y ambiental, aunque sean eficientes, por lo que los métodos biológicos desarrollados que usan las propiedades metabólicas de las bacterias y hongos, para la descontaminación de MP por lo que se genera una opción complementaria a los métodos tradicionales.

Se consultó el trabajo realizado por Abbasian, Lockington, Mallavarapu y Naidu (2015), “*a pyrosequencing-based analysis of microbial diversity governed by ecological conditions in the winogradsky column*” realizado en Australia, el cual tiene como enfoque realizar un análisis de pirosecuenciación bajo las condiciones de la columna de Winogradsky en las diferentes capas del microcosmos. Para ello se emplearon dos columnas de Winogradsky teniendo en cuenta la selección de tres capas (superficial, media y fondo) para la toma de muestras, se extrajo DNA con los *primer* y posteriormente se realizó el análisis de la diversidad microbiana encontrando una gran cantidad de microorganismos.

Por otra parte, el trabajo realizado por Yaşa, Hilal, Koçyigit, Öztürk (2006), “*Enrichment and Isolation of Anoxygenic Phototrophic Bacteria in Winogradsky Column*” elaborado en Bornova, Turkiy el cual se refiere al aislamiento de bacterias fototróficas anoxigénica de lodo y tierra obtenidas de Denizli Saraykoy además del contenido de bacterioclorofilas aislado. Para ello se construyó la columna de Winogradsky en donde se aislaron las bacterias fotosintéticas a través del medio Phening, de allí se obtuvo que entre los dos y tres meses los diferentes microorganismos

proliferan, ocupando las diferentes zonas según las condiciones favorables, al igual que algunos grupos de bacterias representativas, adicionalmente se realizó un espectro de absorción.

Al consultar el trabajo realizado por Rogan, Lemke, Levandowsky y Gorrell (2015) en New York, EEUU "*Exploring the Sulfur Nutrient Cycle Using the Winogradsky Column*". Este describe los ecosistemas microbianos en la columna de Winogradsky utilizando el ciclo del azufre. Adicional explica aspectos sobre la evolución de la vida en la tierra, al igual que el aislamiento de este medio artesanal, donde se obtienen diferentes grupos de organismos según su estratificación y los organismos que participan en el ciclo del hidrógeno.

Tabla 1 Antecedentes Internacionales sobre la utilidad de la columna de Winogradsky y la enseñanza de aprendizaje de la microbiología.

TÍTULO E INVESTIGADOR	OBJETIVOS	ASPECTOS METODOLÓGICOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
López (2008)	Acercar la microbiología mediante la construcción de la columna de Winogradsky, aula de clase.	Este artículo es de carácter cualitativo experimental, consistente en la realización de una práctica de laboratorio en un aula de secundaria por medio de la realización de la columna de Winogradsky.	Se encuentra poblaciones de microorganismos fotosintéticos, bacterias fotolitótrofes, organismos reductores de sulfato y producción de sulfuro de hidrógeno.
Parks (2015)	El objetivo fue diseñar un laboratorio en el que los estudiantes desarrollaron una investigación individualizada, comprometidos en la resolución de problemas cooperativos, presentando sus hallazgos de manera significativa y obtener experiencia en la mecánica de la	La metodología aplicada se basó en utilizar métodos básicos y más avanzados (tinción, microscopía, la bioquímica y la secuenciación 16S-rRNA). Se pidió a los estudiantes para mantener cuadernos de laboratorio y asistir a reuniones semanales de laboratorio, que fueron diseñados para compartir el progreso y facilitar la experimentación de laboratorio entre sus compañeros.	Los estudiantes fueron capaces de construir una instantánea de la diversidad microbiana, incluyendo la filogenia y el metabolismo, en el suelo y el agua utilizada para construir las columnas Winogradsky. Mediante el uso de una fuente común, los estudiantes pudieron observar una gran variedad de diversidad dentro de las columnas individuales y extrapolar hacia la diversidad microbiana tremenda en las muestras iniciales de suelo y agua.

	investigación auténtica.		
Bacchetti; Barroeta y Esteve. (2015)	Presentar un método sencillo para acoplar la columna con un circuito eléctrico que conecte las capas más profundas con la superficial. Así mismo introducir el concepto de torre de electrones y demostrar que algunas bacterias son capaces de producir corriente eléctrica.	Este artículo es de carácter cualitativo experimental, consistente en la realización de un montaje basado en la columna de Winogradsky utilizando electrodos de grafito (mina de lápiz), y un multímetro para medir la corriente generada en procesos de óxido reducción por los microorganismos dentro del ambiente de la columna.	Se demostró la existencia de bacterias capaces de producir energía eléctrica hasta 500 mV en un mes, lo que generó curiosidad y permitió estimular la participación de los estudiantes.
Corner, T. (1992)	Construcción de una columna de Winogradsky como estrategia práctica de laboratorio para la enseñanza y aprendizaje del ciclo del azufre y la interrelación de los organismos en un entorno.	La metodología se centra en una práctica de laboratorio en la cual se construyó una columna de Winogradsky que contenía lodo de un estanque y compuestos químicos como CaCO ₃ , CaSO ₄ , NH ₄ Cl, entre otros que permiten el desarrollo de ecosistemas microbianos en la columna bajo una fuente de luz.	El experimento de la columna de Winogradsky es una estrategia precisa para la enseñanza y aprendizaje del crecimiento de poblaciones microbianas, además de permitir el estudio de los cambios químicos en el ciclo del azufre.

Loss, Fontes, Reginatto, Vasconcellos. (2012)	<p>Evaluar el potencial de un cultivo mixto fotoheterótrofo aislado de una columna de Winogradsky obtenido a partir de agua y sedimento de la laguna de la Concepción, situada en Florianópolis - Brasil, para la producción de Biohidrógeno mediante fotofermentación.</p>	<p>La metodología presenta un enfoque cualitativo y cuantitativo. Se realizó la columna de Winogradsky con sustratos y sedimento de la laguna de la Concepción de Florianópolis, Brasil. Se usó acetato y butirato para la producción de Biohidrógeno. Y finalmente se hizo un análisis espectrofotométrico, cromatografía de gases, análisis molecular por PCR y DGGE y análisis estadístico con el software Statistica 7.0.</p>	<p>Se confirmó la eficacia de la columna de Winogradsky como una metodología más específica para el enriquecimiento de las muestras ambientales con las bacterias del SNP. El análisis molecular con DGGE expuso cuatro secuencias de 16s rDNA distintas correspondientes a especies de procariotas diferentes y finalmente se evidenció producción de Biohidrógeno a través de compuestos orgánicos (143,56 mL / L con acetato y 135,41 ml / L con butirato).</p>
Pibernat, García-Gil & Abellá (1991)	<p>El objetivo de esta investigación es facilitar el estudio de las migraciones de microorganismos planctónicos, que en condiciones naturales se encuentran asociados a gradientes de temperatura, luz y conductividad.</p>	<p>La investigación abordó la técnica de la columna de Winogradsky por lo que se usó un cilindro de vidrio al cual se le agregó agua caliente y fría para una estratificación de T°, este se monitoreaba a partir de parámetros físicos y químicos. Luego Para la conductividad se utilizó agua del lago Banyoles y agua del manantial del arroyo castellana.</p>	<p>De acuerdo con los resultados se concluye que en la naturaleza se precisan situaciones ambientales que indican que los movimientos verticales de las poblaciones de bacterias fototróficas se producen a lo largo de gradientes poco intensos que están sometidos a variaciones circadianas mayores en sus características fisicoquímicas.</p>
	<p>Caracterizar la dinámica de la</p>	<p>El artículo presenta un enfoque cualitativo. La columna de Winogradsky</p>	<p>Durante un período de 60 días la comunidad microbiana cambió. las</p>

Esteban, Hysa, Barton. (2015)	comunidad microbiana durante el desarrollo de la columna Winogradsky y así determinar la tasa y el grado de cambio de la comunidad de sedimentos.	se realizó con sedimento del lago Sunset en el campus de Vassar College. Se hizo análisis de extracción, amplificación y secuencia del ADN microbiano con el gen 16S rRNA. Se realizó análisis y procesamiento de datos a través del software Insights Into Microbial Ecology; La diversidad alfa se calculó usando el índice de Shannon y finalmente efectuaron fotografías en tiempo real del panel Winogradsky.	Cyanobacteria, Chloroflexi, Nitrospira y Planctomycetes aumentaron, mientras que Proteobacteria disminuyó. La formación de gradientes por el tiempo y espacio proporciona una oportunidad única para evaluar el desarrollo, la alteración y la respuesta de la comunidad microbiana a variables ambientales. La columna de Winogradsky puede usarse para el estudio de la dinámica microbiana y viral, las interacciones y la diversidad en un ecosistema.
Benoit, T (2015)	Este trabajo presenta como finalidad mejorar la observación del crecimiento microbiano utilizando la tierra de las diatomeas (DE).	Este es un trabajo de tipo cualitativo y la metodología por emplear será preparar una columna DE mezclando una suspensión de microbios con sedimento DE para formar una suspensión utilizando un frasco de cultivo tisular, donde posteriormente se recoge la muestra, se preparó el inóculo junto con el medio de cultivo y se incubó con iluminación.	La columna de DE es enriquecida para las bacterias del ciclo del sulfuro como la columna tradicional del sedimento de Winogradsky, Es un sistema simple y flexible que también se presta bien al muestreo, permite que el crecimiento microbiano sea apreciable junto con la aparición temprana de microorganismos, donde los colores parecen más vibrantes por lo que mejoran las observaciones.
Charlton, P; McGrath, J & Harfoot, C. (1997)	Modificar la técnica de la columna de Winogradsky y hacerla más eficiente mediante la placa de Winogradsky	La metodología aplicada se enfocó en modificar la columna de Winogradsky en una placa que potencialice más el uso del sedimento a estudiar y evite los problemas para la eliminación de colonias de microorganismos. Esta contiene además del sedimento, una cantidad de sulfato de calcio para el crecimiento de bacterias,	A partir de los resultados obtenidos se evidencian cepas de los géneros Rhodobacter, Rhodopseudomonas, Thiocystis y Ectothiorhodospira.

		también se expuso a la luz constante por bulbos de tungsteno.	
De Felipe (2004).	Reconocer la importancia de los microorganismos del suelo, que establecen simbiosis con las especies vegetales como biofertilizantes y su aplicación en el control biológico de patógenos que afectan la salud.	Se resaltan características de las interacciones de los seres vivos para la autodefensa y autorregulación. Considerando el suelo como agente de vida; la rizosfera; los tipos de organismos del suelo, bacterias promotoras del crecimiento vegetal, biotecnologías limpias en agricultura, fijación biológica de nitrógeno, las leguminosas, evolución entre las estructuras simbióticas (leguminosas y bacterias rizobiáceas) y estrategias biotecnológicas.	Finalmente se establece que el potencial de los microorganismos del suelo es ilimitado, por lo que es preciso profundizar en las investigaciones sobre las interacciones, para reconocer los mecanismos de acción y respuesta de las plantas con el fin de que estas promuevan una mejora en la calidad de las cosechas, y en la autodefensa de las plantas en condiciones ambientales adversas.
Covarrubias., <i>et al.</i> (2015)	Caracterizar las técnicas de remediación fisicoquímicas y biológicas para la contaminación por metales pesados como mercurio, arsénico y plomo.	Se comprenden características fisicoquímicas que determinan la biodisponibilidad de los metales pesados en el sistema suelo-planta como el potencial de H (pH), potencial de óxido-reducción (redox), materia orgánica (MO). Tratamientos para la remediación de suelos contaminados con metales pesados como fisicoquímicos que consisten en oxidación / reducción, lavado de suelos y solidificación / extracción. y Biológicos como bioadsorción, bioprecipitación, biolixiviación (heterotrófica y autotrófica) y biovolatilización.	Los métodos fisicoquímicos representan un costo económico y ambiental aun cuando presentan eficiencia para el control de la contaminación de metales pesados. De esta manera los métodos biológicos basados en el uso de las propiedades metabólicas de bacterias y hongos para la descontaminación de metales pesados son una opción complementaria a los métodos tradicionales

Abbasian, F.et al. (2015)	Realización de un análisis de pirosecuenciación bajo las condiciones de la columna de Winogradsky y obtener una lista más completa de los organismos microbianos Presente en dichas columnas y sus relaciones en diferentes Capas de este microcosmos.	Su metodología consistió en construir dos columnas de Winogradsky, así de las colonias microbianas se seleccionaron las muestras en tres capas (fondo, medio y superficie) se realizó extracción de DNA con el kit (MO BIO) y Las muestras de ADN se cuantifican utilizando el sistema de dsDNA cuantificado (Promega), se realizó la pirosecuenciación. La secuenciación fue realizada por el Australian Genome Research Facility (AGRF) utilizando diferentes <i>primers</i> . para el análisis de datos se utilizó QIIME y anotados en Metagenome Rapid Annotation usando Subsystem Technology (MGRAST) además Utilizaron la fuente de anotación del Proyecto de Datos Ribosómicos II (RDP II) y los parámetros recomendados para el análisis de la diversidad microbiana junto con los programas (PCoA), MG-RAST, Excel,	Un mes después de la preparación de las columnas, tres capas diferentes eran visibles a diferentes profundidades (negro oscuro en la parte inferior, capa verde en el centro y una capa de agua en la parte superior), en cuanto a la diversidad alfa la abundancia de microorganismos en la parte superior de la columna fue mayor que en otras capas, seguido por la parte inferior y luego el centro de las columnas; la población microbiana en la parte superior de la columna estaba constituida por microorganismos aeróbicos. Este valor aumentó en la parte de la capa superior, Las tasas de bacterias anaerobias obligatorias en el medio fueron superiores a las de otras capas, seguidas por el fondo y la capa de agua. El estudio de pirosecuencia mostró la presencia de al menos 27 phyla en estas columnas, la mayoría (20 phyla) perteneció a las bacterias, Aunque el número de lecturas obtenidas de la capa superior (agua) era más que otras capas, el fondo era más diverso que otras capas a nivel de filo con 24 filamentos microbianos diferentes procedentes tanto de dominios procariótico como eucariótico.
Yasa et al., (2006)	Como Finalidad se tiene el aislamiento	Se prepara una columna Winogradsky y un medio Phenning para el aislamiento de	Alrededor de los dos a tres meses los diferentes microorganismos proliferados

<p>de bacterias fototróficas anoxigénicas de lodo y tierra obtenidas de Denizli Saraykoy y determinar el contenido de bacterioclorofila .</p>	<p>las bacterias fotosintéticas, estas son incubadas con la luz de día y temperatura ambiente por 30 días, después se inocularon en medio phening 3.5 ml de cultivo y se homogeneizaron con 5 g de sacarosa, a las colonias por último se les toma el espectro de absorción en (400-1100) medido en un espectrofotómetro Shimadzu usando el medio Pfennig's como blanco (Pansona et al. 2002).</p>	<p>ocupan las diferentes zonas según las condiciones favorables, algunos degradan la celulosa y la convierten en glucosa para la fermentación y obtención de energía bacterias como <i>clostridium</i>, y algunas bacterias reductoras de sulfuro como el <i>Desulfovibrio</i> fermenta productos por respiración anaerobia produciendo H₂S, que a su vez dan el crecimiento a las bacterias fotosintéticas. Las bacterias violetas del azufre poseen depósitos o gránulos de azufre y algunas bacterias violáceas de no azufre como especies de <i>Rhodopseudomonas</i>, <i>Rhodospirillum</i> y <i>Rhodomicrobium</i>. que crecen en condiciones anaerobias.</p>	
<p>Rogan, B (2005)</p>	<p>Pretende Describir los ecosistemas microbianos en la columna de Winogradsky utilizando como herramienta para estudiar el ciclo del azufre. Explicar cómo el uso de la columna puede ilustrar algunas facciones sobre la evolución de la vida en la tierra.</p>	<p>Construcción de la columna de Winogradsky y observación durante un mes, Hacer el análisis recordando los cambios de color que allí ocurren. Además, mirar posibilidades de construir la columna de forma variable. (variación de azufre, acidez, calor, estrés osmótico o simulación marina, y el tipo de luz),</p>	<p>Se encontraron microorganismos como Diatomeas, Cianobacterias, protistas, bacterias oxidantes del azufre del género <i>Beggiatoa</i>, <i>Thiobacillus</i>, bacterias púrpuras de no azufre <i>Rhodospirillum</i>, <i>Rhodopseudomonas</i> las bacterias púrpuras del azufre como <i>Chromatium</i>, bacterias verdes del azufre como <i>Chlorobium</i>, bacterias reductoras del azufre como <i>Desulfovibrio</i>, bacterias anaerobias obligadas de no azufre como <i>Clostridium</i>. Las bacterias violáceas del azufre reducen los sulfatos a azufre, las bacterias reductoras del azufre fermentan los productos utilizan sulfato o tiosulfato</p>

Discutir cómo los organismos pueden ser aislados y crecen en una cámara anaerobia artesanal.

para la producción de gas H_2S que también se puede unir con Fe para obtener FeS estas dan el color negro en los sedimentos y estas bacterias a través de estos procesos son los que contribuyen con el ciclo del azufre.

Fuente: autor

3.2. Nacionales

En cuanto a los trabajos realizados en Colombia con enfoque disciplinar son pocos, pero en relación con la enseñanza se abordan trabajos como el de Rodríguez (2013), denominado “*Unidad didáctica para la enseñanza de la microbiología en el aula*” realizado en la Universidad Pedagógica, Bogotá DC. Se presenta la elaboración de una unidad didáctica que impulse la solidificación de prácticas de enseñanza de microorganismos para estudiantes de media básica a partir del desarrollo de competencias en ciencias naturales. La metodología tuvo un enfoque cualitativo e interpretativo a partir de la deducción, se hizo una revisión de trabajos sobre microbiología, se llevó a cabo la elaboración del material didáctico teniendo como enfoque las temáticas, actividades y habilidades de los estudiantes, y se realizó una fase de validación y evolución documental. A partir de este trabajo se obtuvo que la aplicación de estrategias como construcción de una unidad didáctica fomenta el desarrollo de competencias y habilidades científicas y conceptuales desde la práctica del conocimiento teórico.

Seguidamente se revisó el trabajo denominado “*Enseñanza de la microbiología con materiales reciclables y de bajo costo: Una experiencia para el grado noveno de la Institución Educativa Emiliano García*” de Arias (2016) en la Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Este se refiere al diseño de un proyecto de aula sobre la enseñanza de la microbiología basado en materiales concretos y prácticas de aula y laboratorio, con materiales de bajo costo y reutilizables, con los estudiantes del grado noveno de la IEEG. La investigación se realiza bajo el método paradigma crítico social, y se basa en tomar grupos de aula (novenos) de los cuales uno será el control, al que se le enseñará de manera tradicional y el grupo experimental con el que se realizará diferentes actividades con materiales de bajo costo, y demás actividades. Se realizó caracterización, posteriormente se ejecutó una fase de diseño, seguida de una intervención en el aula para finalizar con una fase de evaluación.

A partir de esto se obtuvo que el aporte de la pedagogía constructivista a partir del aprender haciendo permite diversificar la enseñanza e involucrar al estudiante en la adquisición del saber propio, utilizando en este caso materiales reciclables o de bajo costo para el aprendizaje de la microbiología.

El trabajo de Parra (2015) *“Los microorganismos un mundo por descubrir, una estrategia de aula para desarrollar habilidades científicas para estudiantes de ciclo dos”* realizado en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC. Comprende el diseño de una estrategia didáctica centrada en los microorganismos, en el desarrollo de habilidades científicas y en el autocuidado mediante el uso del aprendizaje basado en problemas (ABP). La estrategia de aula se inicia con una prueba diagnóstica sobre los conflictos cognitivos de los estudiantes frente a los microorganismos y a partir del análisis de estos se abordan los siguientes ejes temáticos: 1. Interacciones entre organismos: Negativas, positivas e indiferentes 2. Estructura, función y clasificación de los microorganismos. 3. Microorganismos y el ciclo del nitrógeno. 4. Microbioma humano. 5. Microbiología, enfermedades microbianas y control de éstas. 6. Microbiología, alimentos e industria y ambiente. Se resaltó la importancia de fortalecer el desarrollo de competencias y habilidades científicas que relacionan los microorganismos con su contexto.

Así mismo, se revisó el trabajo de Rozo (2010) *“Recurso que propicia el aprendizaje significativo sobre diversidad y ecología microbiana en estudiantes de grado cuarto (4º) del colegio Champagnat de Bogotá.”* Este denomina a las actividades como recursos que propician el aprendizaje significativo acerca de diversidad y ecología microbiana. Este trabajo tiene como finalidad que los estudiantes reconozcan la importancia y las interacciones de los microorganismos con el ambiente. en la metodología se emplearon técnicas como la observación, la entrevista, talleres y prácticas de laboratorio basadas en la metodología de Torres, C (1998) de investigación cualitativa, donde finalmente estos trabajos propiciaron el aprendizaje significativo a nivel

microbiológico, de igual manera el desarrollo de habilidades actitudinales, procedimentales, y conceptuales, y con ello rescatar interacciones bacteria-hombre y diversidad de microorganismos en las diferentes áreas.

Por otra parte, se revisó el trabajo de Otero (2011) de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC “*Aislamiento, selección e identificación de Actinomicetos, bacterias fotosintéticas no sulfurosas y bacterias ácido-lácticas con potencial biofertilizante, a partir de suelos asociados al cultivo de plátano en la Costa Atlántica Colombiana*” El estudio tiene como enfoque el aislamiento, selección e identificación de microorganismos de los grupos actinomicetos, bacterias ácido-lácticas y bacterias fotosintéticas no sulfurosas, con potencial Biofertilizante en el cultivo de plátano. La metodología empleada consistió en la definición de zonas homogéneas y sitios de muestreo en suelos, para análisis físico químico y microbiológico en las zonas definidas; aislamiento de bacterias ácido-lácticas, fotosintéticas no sulfurosas, actinomicetos y por último conservación de los aislamientos.

Finalmente se obtuvo que los suelos de Dibulla, Curumaní y María la Baja (lugar de muestreo) presentaron microorganismos nativos con capacidad promotora de crecimiento vegetal y antagonista de patógenos de importancia agrícola y humana, diversidad que pudo ser dilucidada mediante estudios de metagenómica.

Al revisar el trabajo de Charles (1991) en la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC, “*Fitoplancton y aspectos físicos y químicos de la laguna de Chingaza en Cundinamarca, Colombia*” que refiere su estudio a realizar muestreos de fitoplancton, mediciones de temperatura, oxígeno y parámetros físicos y químicos en la laguna Chingaza. Mediante la selección de estaciones de muestreo en base a oxígeno disuelto, y composición cuantitativa del fitoplancton. Paralelamente se tomaron datos de temperatura (0 °C) y oxígeno disuelto (ppm), la acidez, CO₂, pH y alcalinidad. Por los hallazgos se dice que la laguna de Chingaza presenta condiciones

oligotróficas con bajas concentraciones iónicas, lo cual se explica por la baja solubilidad del material parental y sus bajas temperaturas.

Así mismo la laguna de Chingaza presenta un ritmo monomodal en la abundancia de fitoplancton, coincide el máximo número de organismos con el periodo de lluvias y el mínimo con el periodo seco encontrando especies como *Desmidium cylindricum* Greville, *Staurastrum tohopekaligense* Wolle, *Xanthidium antilopaeum* (Brebison) Kuetzing, *Spondylosium planum* (Wolle) West y West, *Staurodesmus lobatus* (Boergesen) Bourrelly, *Cosmarium* sp. y *Closterium* sp.

Por otra parte, el trabajo de Cañón, Prato, Alterio y Cárdenas (2009), denominado “*Efecto fosfato solubilizadoras y diazotróficas en el distrito de riego del río Zulia, Norte de Santander (Colombia)*” en la Universidad de Pamplona, comprende el efecto del uso del suelo sobre microorganismos solubilizadores de fosfatos y bacterias diazotróficas según las prácticas agrícolas desarrolladas durante diferentes períodos. Para su desarrollo se hizo una cuantificación de poblaciones de rizobacterias asimbióticas fijadoras de nitrógeno y fosfato solubilizadores. Se muestrearon suelos cultivados con arroz durante diferentes periodos.

También se hizo una cuantificación de rizobacterias fosfato solubilizadoras en agar SRSM, Análisis estadístico. Aislamiento de rizobacterias endófitas, rizobacterias aeróbicas, rizobacterias fosfato solubilizadoras para posterior conservación. Estos aislamientos se purificaron y conservaron en solución salina estéril en el Laboratorio de Microbiología del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para posteriores estudios. A partir del análisis de los resultados se concluye que los suelos cultivados durante menos de dos años y durante dos a diez años se encontró mayor población microbiana debido al corto tiempo de intervención con cultivo de arroz y al poco deterioro que estos han sufrido, los suelos con más de diez años con cultivo de arroz o no

rizosféricos evidenciaron menor número de microorganismos, esto debido al exceso de laboreo y aplicación de agrotóxicos.

Otro de los trabajos realizados en Colombia sobre la microbiología es el denominado “*Caracterización de las endomicorrizas y siete grupos de microorganismos en agrosistemas del Piedemonte Amazónico, Colombia*” elaborado por Luis Franco, M.Sc; y Mary García, Ph.D (2012) en la Universidad Nacional de Colombia. Esta investigación presenta como objetivo la caracterización de estructura funcional y la diversidad de la comunidad de endomicorrizas, además del tamaño poblacional de microorganismos con relación a características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo bajo diferentes coberturas vegetales en Florencia, Caquetá.

Para ello se realizó un muestreo de suelo superficial de coberturas vegetales como: bosque secundario maduro, pastura, cultivo de caña de azúcar y cultivo de café. También se hicieron pruebas fisicoquímicas en el Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi tales como: textura, acidez intercambiable (Al) con (KCl), porcentaje de carbono orgánico, fósforo disponible, bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na), porcentaje de saturación de bases, de N y de pH. Posteriormente se realizó una cuantificación y descripción de endomicorrizas y finalmente el procesamiento estadístico de los datos. De acuerdo con los resultados obtenidos se evidencia que durante la caracterización de los cuatro agro sistemas se hallaron diferencias respecto al tamaño de las poblaciones de las bacterias heterótrofas, bacterias fijadoras de N₂ aeróbicas y endomicorrizas

Tabla 2 Antecedentes Nacionales sobre la enseñanza de aprendizaje de la microbiología y área afines a la ecología microbiana

y estudios microbiológicos de suelos.

TÍTULO E INVESTIGADOR	OBJETIVOS	ASPECTOS METODOLÓGICOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
Rodríguez (2013)	Elaborar una unidad didáctica que solidifique las prácticas de enseñanza de los microorganismos para estudiantes de media básica, a partir del desarrollo de competencias en el área de ciencias naturales.	La investigación tiene un enfoque cualitativo e interpretativo bajo un método deductivo. El estudio se dividió en tres fases: fase de revisión documental, fase de diseño y estructuración del material de validación y evolución documental.	La unidad didáctica permite que el estudiante desarrolle sus habilidades y destrezas desde la práctica de los conocimientos teóricos. Está a su vez fomenta habilidades de observación, descripción, relación, asociación, interpretación de imágenes y esquemas sobre la temática de microorganismos a partir de competencias científicas y conceptos básicos.
Arias, (2016)	Diseñar un proyecto de aula sobre la enseñanza de la microbiología basado en materiales concretos y prácticas en el aula y en el laboratorio con materiales de bajo costo y reutilizables con los estudiantes del grado noveno de la institución Educativa Emiliano García del municipio de Girardota.	La metodología se basa en tomar grupos (noveno) los cuales uno será en control al que se le enseñará de manera tradicional y el grupo experimental realizará diferentes actividades con materiales de bajo costo, se realizaron con ello dos test además de encuestas, guías, actividades etc., este trabajo presenta cuatro fases en primera medida una caracterización, posteriormente una fase de diseño, luego de intervención en el aula y como última fase de evaluación.	El docente deja de ser un transmisor de conceptos teóricos para convertirse principalmente en un facilitador y motivador para los estudiantes en la adquisición, no solo de nuevos conceptos sino también en el descubrimiento de nuevas actitudes y destrezas. Se encontró que el grupo experimental acertó mucho más que el grupo control y con ello el docente deja de ser un transmisor de conceptos teóricos para convertirse principalmente en un facilitador y motivador para los estudiantes en la adquisición no solo de nuevos conceptos sino también en el

			descubrimiento de nuevas actitudes y destrezas.
Parra, (2015)	Diseñar una estrategia didáctica centrada en los microorganismos, en el desarrollo de habilidades científicas y en el autocuidado mediante el uso del aprendizaje basado en problemas (ABP)	La estrategia de aula se inicia con una prueba diagnóstica, que busca identificar los conflictos cognitivos de los estudiantes frente a los microorganismos y a partir del análisis de estos resultados se desarrolla la propuesta didáctica.	Se obtuvo una propuesta didáctica pertinente donde se desarrollaron competencias y habilidades científicas que relacionan los microorganismos con su contexto. Así mismo, se identificó que los estudiantes no tienen conceptos claros sobre los microorganismos y que los relacionan como agentes causantes de enfermedades, desconociendo las funciones benéficas de algunos de ellos.
Rozo, (2010)	El objetivo de la presente investigación es establecer las actividades como recursos educativos que propicien el aprendizaje significativo acerca de diversidad y ecología microbiana.	Se emplearon técnicas como la observación, la entrevista, talleres y prácticas de laboratorio basadas en la metodología de Torres, (1998) en la investigación cualitativa.	El desarrollo de estos trabajos promueve el aprendizaje significativo a nivel microbiológico, de igual manera aborda otras áreas lo que supone el desarrollo de habilidades actitudinales, procedimentales y conceptuales y con ello resaltar las interacciones bacteria-hombre y diversidad de microorganismos en las diferentes áreas.
Otero (2011)	Aislar bacterias ácido-lácticas, actinomicetos, y bacterias fotosintéticas no sulfurosas en los municipios de Dibulla Curumaní y María la baja para la producción de plátano.	Se definieron las zonas de muestreo, se aislaron las bacterias ácido-lácticas, fotosintéticas no sulfurosas, actinomicetos, y se conservaron estas muestras para análisis físico químico, microbiológico y molecular.	Los aislamientos de bacterias fotosintéticas, ácidos lácticos y actinomicetos presentaron actividad solubilizadora de fosfato, fijadora de nitrógeno, degradadora de materia orgánica y antagonista de patógenos. Los aislamientos fueron identificados molecularmente por secuenciación del gen 16S rRNA.
Charles, (1991)	Estudiar y realizar muestreos de	Se seleccionaron estaciones de muestreo en base a oxígeno disuelto, y composición	La laguna de Chingaza presenta condiciones oligotróficas, con bajas

<p>fitoplancton, mediciones de temperatura, oxígeno y parámetros físicos y químicos en la laguna Chingaza.</p>	<p>cuantitativa de fitoplancton, las muestras se obtuvieron utilizando una botella muestreadora horizontal de 1L. de capacidad a 20 cm y 1m de profundidad. Paralelamente, se tomaron datos de temperatura (0C) y oxígeno disuelto (ppm), a la acidez, CO₂. pH Y alcalinidad.</p>	<p>concentraciones iónicas, lo cual se explica por la baja solubilidad del material parental y sus bajas temperaturas. la laguna de Chingaza presenta un ritmo monomodal en la abundancia de fitoplancton, coincide el máximo número de organismos con el periodo de lluvias y el mínimo con el periodo seco. encontrando especies como Especies como <i>Desmidiun cylindricum</i> Greville, <i>Stauroastrum tohopekaligense</i> Wolle, <i>Xanthidium antilopaeum</i> (Brebisson) Kuetzing, <i>Spondylosium planum</i> (Wolle) West y West, <i>Staurodesmus lobatus</i> (Boergesen) Bourrelly, <i>Cosmarium</i> sp. y <i>Closterium</i> sp., se asocian a estas condiciones y a plantas acuáticas como <i>Miryophyllitn quitense</i>, <i>Potamogeton ilionensis</i>, <i>P. paramoanus</i> y <i>Eleocharis</i> spp. también se encontró presencia de diatomeas.</p>	
<p>Cañón. et al., (2009)</p>	<p>Determinar el efecto del uso del suelo sobre microorganismos solubilizadores de fosfatos y bacterias diazotróficas según las prácticas agrícolas desarrolladas durante diferentes periodos de tiempo en el Distrito</p>	<p>La metodología se fundamentó en diferentes fases de cuantificación de poblaciones de rizobacterias. Toma de muestras mediante periodos menores a dos años, cultivados durante dos a diez años, mayores a diez años y suelos no cultivados. Cuantificación y aislamiento de rizobacterias endófitas, asociadas y aeróbicas de vida libre. Cuantificación y aislamiento de rizobacterias fosfatosolubilizadoras. Conservación de</p>	<p>Se encontró mayor población de microorganismos diazotróficos y fosfatosolubilizadores en suelos cultivados durante menos de dos años y durante dos a diez años, esto debido al corto tiempo de intervención con cultivos de arroz y al poco deterioro que estos han sufrido. Los suelos cultivados con más de diez años y no rizosféricos evidenciaron menor número de microorganismos</p>

	de Riego del río Zulia, Norte de Santander.	cepas aisladas las cuales fueron purificadas y conservadas en solución salina estéril (0,85% NaCl) a 4 °C en el laboratorio de microbiología del ICA para posteriores estudios. Análisis estadístico.	como resultado del excesivo laboreo y aplicación de agrotóxicos.
Franco, y Garcia (2012)	Se caracterizó la estructura funcional, la diversidad de endomicorrizas y el tamaño poblacional de grupos funcionales de microorganismos en relación con características fisicoquímicas y microbiológicas del suelo bajo diferentes coberturas vegetales.	La metodología se dividió en cuatro fases: una primera de campo en donde se hizo un muestreo de suelo superficial (0-20 cm) en coberturas vegetales como: bosque secundario maduro, pastura, cultivo de caña de azúcar y cultivo de café. Fase de laboratorio en el IGAC en donde se realizaron análisis fisicoquímicos, tamaño de las poblaciones de 7 grupos funcionales de microorganismos, y porcentaje de humedad del suelo. Una fase de aislamiento, cuantificación y descripción de endomicorrizas y por último una fase de procesamiento estadístico de los datos.	Se encontró una relación elevada entre el tamaño de los grupos funcionales de microorganismos, la estructura y la diversidad de la comunidad de endomicorrizas, que permite inferir la importancia de las asociaciones micorrícicas en la adaptación de las plantas bajo cultivo. La disponibilidad de nutrientes para la vegetación en los cultivos depende de las interacciones micorriza-planta, por lo que son una influencia el desarrollo de otros microorganismos y contribuye a la adaptación y producción de las plantas bajo las condiciones ambientales que presentan los suelos del piedemonte amazónico.

Fuente: autor

3.3. Regionales

Finalmente, como antecedentes a nivel regional se expone el trabajo de Antólinez y Quintero (2017), denominada “*Enseñanza y aprendizaje del mundo bacteriano y fúngico por medio de prácticas de laboratorio dirigidas a estudiantes de noveno grado de la institución educativa José Reinel Cerquera del municipio de Palermo, Huila*”, El cual abordó como objetivo el aporte de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la microbiología en estudiantes de noveno. El material elaborado para la toma de información consiste en un cuestionario diagnóstico, la unidad didáctica, la observación participante, guías de laboratorio y plan de clases. La metodología fue enfocada de manera cualitativa, mediante un método de análisis de contenido. Al finalizar la investigación el cuestionario evidenció que el uso de unidades didácticas con aplicación de prácticas de laboratorio permite que la enseñanza y aprendizaje de la microbiología sea significativo en los estudiantes.

También se presenta el trabajo de Torrente y Guevara (2014) denominada “*Diseño, implementación y evaluación de situaciones problematizadoras por futuros docentes de ciencias naturales para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estudiantes de un curso de microbiología de la Universidad Surcolombiana*”. La investigación comprende la aplicación de situaciones problematizadora por los docentes en formación del programa de ciencias naturales para el desarrollo de destrezas cognitivas y científicas. La metodología tiene un enfoque cualitativo aplicado a partir de la construcción de cuestionarios. La sistematización de los datos se hizo mediante un análisis de contenidos. Finalmente se consideran las situaciones problemas como una herramienta constructiva que contribuye al desarrollo de competencia de pensamiento científico, crítico, analítico, reflexivo y a la transformación conceptual.

Otro trabajo revisado fue el de García (2015), denominado “*Trabajos prácticos artesanales para la enseñanza-aprendizaje del mundo microscópico biológico en estudiantes de octavo grado*”

de la institución educativa María Cristina Arango De Pastrana de la ciudad de Neiva, Huila”.

Este plantea indagar y sistematizar las concepciones del mundo microscópico biológico que presentan los estudiantes a partir de prácticas artesanales, por lo que se realizaron guías de laboratorio, actividades y evaluaciones abordados cualitativamente obteniendo como resultado que la implementación de este tipo de estrategias didácticas son fuertes centros de construcción y reflexión de conocimiento que garantizan la enseñanza y aprendizaje de la microbiología.

El trabajo de Ángel, Díaz, y Trujillo (2007) denominado “*El maravilloso mundo de los microorganismos clic versión 3.0 herramientas de evaluación* ” comprende la aplicación del software clic versión 3.0 como herramienta interactiva de evaluación ágil agradable y dinámica para estudiantes y docentes, tomando como ejemplo el tema los microorganismos, la manera en la que se procedió en el trabajo fue participar como diseñadoras en el software y aplicarlo en el grado noveno del colegio cooperativo San Agustín del municipio de San Agustín en el departamento del Huila y con ello se realizó una guía temática diversa incluyendo además de las bacterias a los virus, protozoos, algas y hongos microscópicos, así mismo se utilizó el software para la evaluación incluyendo actividades como rompecabezas, sopa de letras etc. Posteriormente se finalizó con realización de un tutorial para su utilización. Este software permite el interactuar en las diferentes actividades dar de alta y baja a usuarios, actividades por periodos de tiempo, y facilita también ver los aciertos, intentos y el tiempo.

Además, se revisó el trabajo de Vargas y Rodríguez (2016) denominado “*Análisis bacteriológico de fómites en la sede central de la Universidad Surcolombiana*”. Para el desarrollo de esta investigación se tuvo un enfoque cuantitativo y descriptivo. Los espacios de muestreo fueron los baños de mujeres y hombres además de los mesones y mesas de la cafetería. Las muestras se tomaron mediante la técnica de frotado, se trasladaron a un caldo o agar nutritivo, se incubaron por 24 horas a una temperatura de 37 °C, posteriormente se identificaron y describieron

los morfotipos encontrados y luego mediante la técnica de agotamiento por estrías se obtuvieron cultivos puros de los morfotipos. Después se tiñeron con tinción de Gram para ser diferenciados entre bacterias gramnegativas y grampositivas.

Para un mayor análisis se realizaron pruebas bioquímicas entre ellas Citrato de Simmons y caldo tioglicato. Consecutivamente se hizo extracción de DNA mediante la técnica de PCR y métodos de extracción manuales y por kit comerciales. Los resultados y las conclusiones obtenidas a partir de la investigación evidenciaron que las bacterias de mayor frecuencia en la Universidad son *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis* y *Listeria* spp.

El siguiente trabajo a revisar es el de Pérez (2015) denominado “*Análisis microbiológico de alimentos preparados en la vía pública en los alrededores de la Universidad Surcolombiana mediante el estudio de coliformes*” con el objetivo de determinar el tipo de coliformes que se presentan en los alimentos preparados en el Restaurante, las Cafeterías, y la Vía pública de los alrededores de la Universidad Surcolombiana, la metodología que se empleó fue una evaluación microbiológica de alimentos preparados seleccionados a través de una encuesta. Posteriormente se realizó una fase de estudio, una fase bibliográfica, fase de campo, fase de laboratorio y finalmente la fase de divulgación, obteniendo como resultado de 43 aislamientos: 13 *E.coli*, 17 *Klebsiella*, 4 *shigella*, 2 *salmonelas*, 2 *proteus* spp, 2 *Enterobacter*, 1 *Tatumella ptyseos*, y 2 levaduras siendo de esta manera riesgoso el consumo de estos alimentos de malos hábitos de manipulación.

Además de los anteriores estudios mencionados también se analizó el trabajo de Gómez (2001) denominado “*Análisis microbiológico de coliformes y determinación de Salmonella en la carne de pollo expendida en la central minorista “Mercaneiva”*”. El trabajo identifica y determina la prevalencia de coliformes y la bacteria del género *Salmonella* en la carne de pollo comercializada en MercaNeiva; La metodología abordada partió de una fase de toma de 10 muestras de diferentes

municipios productores de carne del Huila las cuales fueron etiquetadas y posteriormente se fortaleció la limpieza e higiene del laboratorio a partir de lavados constantes.

El análisis bacteriológico se enfocó en una técnica para la determinación de Salmonella mediante fases, siendo estas un pre-enriquecimiento en medio líquido no selectivo para controlar el pH con agua de peptona tamponada; enriquecimiento en medio líquido selectivo con tetrionate bilis verde brillante y caldo Rappaport-vasiliadis peptona de soya; aislamiento diferencial sobre medios sólidos selectivos con Agar XLD y HE; confirmación bioquímica de las colonias sospechosas por medio de pruebas LIA, Uresa, Simons. Además de una técnica para la determinación de Coliformes realizando pruebas presuntiva y confirmativa. Al finalizar la investigación se obtuvo que la carne de pollo comercializada en Mercaneiva cuenta con buena calidad sanitaria y que las enfermedades más comunes por Salmonella son por Enteritis, Tifoidea y Septicemia primaria.

También se revisó el trabajo de Ortiz (2005) denominado “*Posibles focos de la microbiota de la piel de los estudiantes de noveno semestre del programa de licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental de la Universidad Surcolombiana*” este determina los posibles focos de origen de la microbiota de la piel (manos, pies y cabeza) por medio de la tinción de Gram y los medios de cultivo utilizados. La metodología se dividió en dos fases, la primera de muestreo de la flora microbiana de la piel y la segunda fase de análisis de los microorganismos en la que se preparan diversos medios de cultivo para la siembra, incubación por un día, observación de las colonias, fijación de calor y posterior tinción de Gram. Los medios de cultivo utilizados fueron: Agar nutritivo, Agar sangre, Mueller-hinton y Sabouraud dextrosa.

Los microorganismos encontrados en su mayoría son cocos Grampositivas como *Staphylococcus epidermis* que sintetizan sustancias antibacterianas. La flora Gram negativa consiste en *Acinetobacter calcoaceticus* localizados en zonas húmedas como los dedos de los pies

y cabeza. Los hongos hallados se enmarcan dentro de *Pytorosporum ovale*, *P orbiculare*, *Candida*, *Torulopsis* localizados en zonas interdigitales.

Tabla 3. Antecedentes Regionales sobre la enseñanza y aprendizaje de la microbiología y estudios generales.

TÍTULO E INVESTIGADOR	OBJETIVOS	ASPECTOS METODOLÓGICOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
Antólinez y Quintero (2016)	Caracterizar el aporte de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza y aprendizaje del mundo bacteriano y fúngico en estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa José Reinel Cerquera del Municipio de Palermo, Huila.	El trabajo tiene un enfoque cualitativo, el cual empleó un método de análisis de contenido y la recolección de información fue a partir de la observación y un cuestionario aplicado al inicio y final de la investigación. El desarrollo del trabajo se ejecutó en 3 etapas: etapa inicial que se fundamentó en la recolección de información; etapa de desarrollo la cual se dividió en una fase preliminar, aplicación de cuestionario inicial, trabajo de campo y aplicación de cuestionario final; y por último en la etapa final se realizó el análisis de resultados.	Los estudiantes presentan concepciones sobre la microbiología adaptadas del saber popular, lo que no les permite ampliar su conocimiento sobre la aplicación de estos en la industria. Además, no identifican las características microscópicas de los microorganismos, como también la diferencia entre bacterias aerobias y anaerobias. Las prácticas de laboratorio contribuyeron en la enseñanza y aprendizaje de bacterias y hongos en los alumnos, evidenciándose en que ellos finalmente reconocieron los requerimientos nutricionales y factores ambientales que necesitan los microorganismos para su crecimiento y reproducción, además de la modificación de las concepciones previas sobre la temática.
Torrente y Guevara (2014)	Diseñar, implementar y evaluar situaciones problematizadoras por futuros docentes de ciencias naturales para el desarrollo de habilidades de pensamiento	Trabajo enmarcado en una investigación de enfoque cualitativo. apuesta el seguimiento a prácticas de campo de primero y séptimo semestre, utiliza tres fases de investigación. La fase I es la fase de exploración y planificación, la fase II de	Se encontró como modelo didáctico el constructivismo en los profesores en formación manifestado por el aprendizaje significativo y constructivismo activo de conocimientos, priorizando la resolución de situaciones problematizadoras como herramientas constructivistas, y esto a su vez lleva al desarrollo de habilidades de pensamiento científico, en este

	científico en recolección e investigación y la trabajo se realizó una unidad didáctica desarrollada por los docentes en formación.
estudiantes de un fase III de análisis y divulgación.	
curso de microbiología de la Universidad Surcolombiana.	
Favorecer la enseñanza – aprendizaje del Mundo Microscópico Biológico a través de prácticas de laboratorio artesanales en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa María Cristina Arango de Pastrana del Municipio de Neiva, Huila.	El proyecto se caracterizó por ser una investigación de tipo cualitativo, es naturalista, que posee las siguientes fases: Fase exploratoria, fase de planificación, fase de entrada en el escenario, fase de recolección y análisis de información, fase de retirada del escenario, fase de elaboración del informe.
Garcia (2015)	Los estudiantes presentaron ideas reducidas en cuanto a conceptos, procesos y características del Mundo microscópico biológico, además del el poder de ubicuidad, forma de vida y diversidad de microorganismos que los rodea constantemente; la aplicación de trabajos prácticos artesanales es de bajo costo, fácil acceso, relaciona aspectos contextualizados y situaciones cotidianas del departamento, Además se demuestra que los trabajos prácticos son fuertes centros de construcción y reflexión de conocimientos, por último las diferentes estrategias didácticas que se emplearon en el trabajo práctico, como cuestionamientos, descripciones gráficas y textuales, observaciones, toma de datos, comparaciones, reflexiones y evaluaciones, permitieron al estudiante desarrollar procesos cognitivos, como la percepción, el pensamiento y el aprendizaje frente Mundo Microscópico Biológico.
Ángel, Díaz, y Trujillo. (2007)	Aplicar el software clic versión 3.0 como herramienta interactiva de Diseñar un software y aplicarlo en el grado noveno del colegio cooperativo San Agustín en el Huila y con ello se realizó una La interacción en las diferentes actividades dar de alta y baja a usuarios, actividades y periodos de tiempo, y facilita también ver los aciertos, intentos y el tiempo.

	<p>evaluación ágil agradable y dinámica para estudiantes y docentes, tomando como ejemplo el tema los microorganismos.</p>	<p>guía temática diversa incluyendo además de las bacterias a los virus, protozoos, algas y hongos microscópicos, así mismo se utilizó el software para la evaluación incluyendo actividades como rompecabezas, sopa de letras etc.</p>	<p>Hacer de la evaluación una manera agradable y hacer mayor uso de las TIC.</p>
<p>Vargas y Rodríguez (2016)</p>	<p>Realizar una caracterización y análisis bacteriológico en la Universidad Surcolombiana, sede central durante el 2015 y 2016. Consecutivamente plantear una estrategia didáctica para prevenir enfermedades transmitidas por fómites mediante hábitos de higiene.</p>	<p>El proyecto se caracterizó por ser una investigación de tipo cuantitativo y descriptivo desarrollada a partir de una fase de muestreo en los baños de mujeres y hombres y de los mesones y mesas de la Universidad Surcolombiana. Estas se incubaron en agar por 24 horas a 37°C. Se procedió a cultivar morfotipos puros mediante la técnica de agotamiento por estrías y se tiñeron con tinción de Gram para la identificación de bacterias Gram positivas y gramnegativos. También se hicieron pruebas bioquímicas y extracción de DNA mediante la técnica de PCR.</p>	<p>Entre los morfotipos encontrados en los lugares de muestreo se encuentran <i>Staphylococcus saprophyticus</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus epidermidis</i>, <i>Listeria listeria spp.</i>, <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Bacillus bacillus sp.</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Klebsiella sp.</i>, <i>Neisseria Neisseria sp.</i>, <i>Pseudomonas sp.</i>, <i>Pasteurella Pasteurella sp.</i>, <i>Micrococcu Micrococcus sp.</i></p>
<p>Pérez, (2015)</p>	<p>Determinar el tipo de coliformes que se presentan en los</p>	<p>Se realizó una evaluación microbiológica de alimentos preparados seleccionados a través</p>	<p>Se realizó de 43 aislamiento: 13 E.coli, 17 Klebsiella, 4 shigella, 2 salmonelas, 2 proteus spp, 2 Enterobacter, 1 Tatumella ptyseos, y 2 levaduras</p>

	<p>alimentos preparados en el Restaurante, las Cafeterías, y la Vía pública de los alrededores de la Universidad Surcolombiana.</p>	<p>de una encuesta. Posteriormente se realizó una fase de estudio, una fase bibliográfica, fase de campo, fase de laboratorio y finalmente la fase de divulgación.</p>	<p>siendo de esta manera riesgoso el consumo de estos alimentos de malos hábitos de manipulación.</p>
Gómez, (2001)	<p>El objetivo de este trabajo es determinar la prevalencia de coliformes y la bacteria del género Salmonella en la carne de pollo comercializada en la central de Mercaneiva, además de informar sobre la calidad de esta que se consume para crear estrategias que ejerzan control sobre el producto para garantizar la salud pública.</p>	<p>Se tomaron 10 muestras con sus respectivas etiquetas de la naturaleza del producto. Se efectuó una técnica para determinación de Salmonella en diferentes fases como pre-enriquecimiento en medio líquido no selectivo, enriquecimiento en medio líquido selectivo, aislamiento diferencial sobre medios sólidos selectivos y confirmación bioquímica de las colonias sospechosas. También se ejecutó una técnica para la determinación de coliformes mediante pruebas presuntivas y confirmativas.</p>	<p>La carne de pollo producida en el Huila y comercializada en la central minorista “Mercaneiva” cuenta con buena calidad sanitaria. Los productos cárnicos deben ser monitoreados y controlados debido a ser un blanco de microorganismos como coliformes y bacterias del género Salmonella.</p>
Ortiz, (2005)	<p>Determinar los posibles focos de origen de microbiota de la piel (manos, pies y cabeza) de los estudiantes de</p>	<p>La metodología se dividió en dos fases, la primera de muestreo de flora microbiana de la piel de los estudiantes y la segunda fase de análisis de microorganismos para lo cual se prepararon medios de</p>	<p>A partir de los resultados obtenidos se evidencia mayor presencia de cocos Gram positivos como Staphylococcus epidermis, la flora Gram negativa se presenta dentro de Acinetobacter calcoaceticus, y hongos dentro los Pytyrosporum ovale, P</p>

noveno semestre del programa de licenciatura por medio de la tinción de Gram y de los medios de cultivo utilizados. cultivo como agar nutritivo, agar sangre, agar Mueller-hinton y agar sabouraud dextrosa. orbiculare, Cándida, Torulopsis. El mejor medio de cultivo fue el Mueller Hinton.

Fuente: autor

Al realizar esta revisión bibliográfica se observó que la columna de Winogradsky es usada como una herramienta didáctica para explicar diferentes temáticas microbiológicas como crecimiento y metabolismo microbiano, ecología microbiana, ciclos biogeoquímicos entre otros, lo que nos ofrece una estrategia versátil para el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación, al igual que la importancia de estudiar los microorganismos acuáticos debido a que nivel nacional y regional son escasas las publicaciones relacionadas con este campo de investigación. Los estudios revisados evidencian que la columna es un método relativamente económico puesto que se puede construir con materiales que se encuentran a la mano; Así mismo, contribuye a visualizar la importancia que tiene el estudio de los diferentes ecosistemas acuáticos debido a que en unos gramos de suelo, sedimento o lodos pueden existir miles de bacterias que cumplen papeles fundamentales en los ecosistemas, y esta connotación no se hace visible hasta su estudio.

De esta manera, la aplicación de este método para el crecimiento microbiano y posterior análisis permite abandonar las concepciones y juicios de que las bacterias son perjudiciales para el bienestar de los seres vivos.

Por otro lado, teniendo en cuenta las problemáticas ambientales, las falencias en la construcción de conocimiento científicos, la poca investigación de los espacios naturales y culturales de Colombia, siendo este un país biodiverso y abordando la educación en contexto, el proyecto a realizarse se plantea como viable ya que contribuye a la formación de docentes mediante la investigación educativa, pedagógica y didáctica en el ámbito de la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental, siendo las anteriores características función del semillero ENCINA.

4. Justificación

A lo largo de la historia de nuestro planeta los ecosistemas del mundo han sido objetivo de destrucción trayendo consigo un desequilibrio en la biodiversidad de la tierra, la extinción de especies de fauna y flora como causa del dominio que ha solidificado el *Homo sapiens*. Autores como (Bridgewater, 1988; Cardinale et al., 2012 citados en Gómez et al., 2014) se refieren a la biodiversidad como al número y distribución de especies en la biosfera, siendo estos el resultado de procesos de evolución y extinción que a su vez son valorados mediante la cuantificación de requerimientos ecológicos de las especies a establecer.

Por otra parte, autores como Cuéllar et al., (2015) consideran la biodiversidad como la heterogeneidad de ecosistemas a nivel genético que se expresa en las distintas especies que se relacionan y dan origen a formas de vida, y que a su vez interactúan con el entorno asegurando la prevalencia de la especie sobre el ambiente. Teniendo en cuenta lo anterior, se debe formar a los estudiantes hacia la educación ambiental para el cuidado y preservación de las especies en la naturaleza, no obstante, es necesario que el estudiante conozca la riqueza ambiental que lo rodea y así la valore.

También, autores como Atlas (1984) y Olembo (1991), plantean el concepto de biodiversidad, como la variedad y variabilidad de todas las formas de vida, y desde un punto de vista genético se debe tener en mente que cada secuencia de ADN es única e irremplazable, con lo cual la desaparición de cualquier especie biológica implica la pérdida irreversible de un conjunto único de información. Es por ello, que de manera paralela al deterioro de la biodiversidad se han realizado estudios de los sistemas ecológicos con el fin de identificar y analizar aspectos fundamentales en la importancia de las especies en investigaciones sistemáticas, genéticas,

ecológicas, bioquímicas, entre otras, para la adopción de medidas de conservación (Hernández et al., 2001).

La laguna del Parque jardín botánico de Neiva (zona de estudio), es un área de grandes intervenciones antropogénicas especialmente por las constructoras que causan grandes afectaciones a los suelos y paisajes con la construcción y sus desechos, el drenaje de aguas subterráneas o sobre los niveles edáficos de estas mismas, que impidan el suministro a la laguna, Esto a su vez nos motiva a estudiar la importancia de los microorganismos en este ambiente y así contribuir con información que permita la preservación de estos espacios o zonas verdes.

De igual manera, una de las importancias de la biodiversidad está a nivel microbiológico, porque los microorganismos presentan la capacidad para desarrollar una variedad de funciones y debido a su gran versatilidad bioquímica, basada en la posibilidad de llevar a cabo una enorme cantidad de tipos de reacciones: oxidaciones, reducciones y precipitaciones, sobre los elementos y componentes de lo que llamamos vida, que de manera directa o indirecta gobiernan todos los procesos en la tierra (Atlas, 1984). De ahí que los microorganismos del suelo jueguen un papel fundamental en los ciclos del carbono, nitrógeno y azufre lo que les permite ser aprovechados como Bioindicadores de la salud de estas superficies y manipulados para procesos de Biorremediación (De Felipe, 2004).

La mayoría de los estudios sobre diversidad microbiana se basan en relación con temas específicos como procesos industriales, medicinales u otros, pero no se toma el tema de diversidad microbiana como “Conocimiento del medio natural, social y cultural (...); para comprender la realidad del mundo que nos rodea y las transformaciones a las que está sometido” según Martínez y Cautín (2013). El anterior planteamiento nos da a entender cómo vivimos en un mundo sin percibir que estamos rodeados de millones de microorganismos, que existen millones de contaminantes en el aire que respiramos, que en la zona en la que transitamos existe variedad de

plantas, insectos, hongos, microorganismos entre otras o como un árbol puede ser el hábitat de muchas especies, y que se puede hacer ciencia de manera transversal y holística

Por consiguiente, si se quiere enseñar cómo se desarrollan los microorganismos de manera general, se encuentra con que “El criterio de selección de contenidos para explicar la biodiversidad por parte del profesorado no es siempre el más adecuado” Y “No se relacionan suficientemente los conceptos con el tratamiento de las actitudes de respeto por la biodiversidad” por tanto “El esfuerzo del profesorado debe ser mayor en el tratamiento de los contenidos debido a que el estudio de la biodiversidad supone una reorganización muy fuerte de los sistemas de ideas del alumnado” (Martínez y Caurín 2013).

En relación con lo anterior, un porcentaje considerable de los docentes posiblemente presenten falencias en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales, cuando se enfrenten a la enseñanza de temas como la diversidad, pues en muchas ocasiones resulta más sencillo ver que existe diversidad desde los reinos animal y vegetal, descartando los demás integrantes de la naturaleza. Cuando no se habla de los papeles o roles de los microorganismos y organismos en la naturaleza nos enfrentamos a dificultades en las aulas debido a que el estudiantado crea juicios, preconcebidos que obtienen por medios de comunicación, textos y demás acerca de que las bacterias o microorganismos son perjudiciales para la salud, olvidando que ellos también hacen parte del equilibrio ecológico imprescindible en la naturaleza.

En consecuencia, es de gran interés el estudio en la laguna del Jardín Botánico de Neiva, porque mediante la evaluación, identificación y caracterización de la microbiota cultivable, no solo se contribuye al conocimiento sobre la microbiota, además de aspectos sobre diversidad de ecosistemas establecidos en el lodo lagunar. Con ello se profundiza en los saberes de esta línea básica de investigación y a nivel educativo con el desarrollo de secuencias de clases para enseñar temáticas de nutrición y diversidad metabólica de los microorganismos.

De igual forma, este proyecto de investigación permitirá a los estudiantes que aprendan a aprender, es decir contribuir en el desarrollo cognitivo, basándose en que deberán buscar respuestas a los planteamientos de las situaciones problematizadoras, planteamientos y a las observaciones que obtengan.

Posteriormente, el análisis de la construcción de la columna de Winogradsky originó interrogantes e hipótesis que promovieron una investigación autónoma y el descubrimiento de saberes o conceptos significativos. A su vez, la intervención didáctica condujo a la integración de cada grupo de trabajo puesto que se tuvo como objetivo desarrollar un proceso de aprendizaje donde todos los estudiantes intervinieran con actitud de apertura, respeto y tolerancia en la generación de ideas y conocimientos previos que dieran solución a las preguntas realizadas.

De acuerdo a lo anterior, en el Huila se están implementando cátedras ambientales tanto en las instituciones educativas como en las diferentes comunidades donde se promueve la valoración, conservación, investigación y sentido de pertenencia de los espacios naturales y culturales del departamento, lo cual brinda importancia a nuestro trabajo ya que mediante este se presenta a la población huilense un conocimiento de la diversidad de microbiota cultivables y factores fisicoquímicos estimados de la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, el cual ha sido poco investigado, lo que permite que los resultados obtenidos de la investigación soporten proyectos de investigación científica y planes de estudio ambientales y culturales que conduzcan a la generación de la apropiación, protección y divulgación de este espacio natural del Huila.

Con respecto a la formación académica, a nivel de institución de educación superior, la importancia de este trabajo en la Universidad Surcolombiana comprende ser el primero a nivel de proyección en la aplicación de la columna de Winogradsky. instrumento didáctico que no ha sido trabajado a nivel regional pero que de acuerdo con los antecedentes ha presentado éxito en países

como España y Brasil en el desarrollo de ecosistemas microbianos y en proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia microbiológica.

En relación al programa de licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Facultad de Educación de la Universidad Surcolombiana, de acuerdo al perfil profesional plantea a los futuros docentes como educadores con la capacidad para ejercer la investigación de manera reflexiva, crítica, creativa, comprometida con el entorno, generando de este modo cambios en las concepciones ambientales que promuevan estrategias de conservación, manejo y uso sostenible de los recursos naturales.

Este trabajo permite la construcción de nuevos procesos de aula en el área de microbiología a partir de la implementación de los trabajos prácticos como las prácticas de campo y de laboratorio para la construcción o transformación de conocimientos científicos.

Igualmente, el semillero de investigación ENCINA (Enseñanza de las Ciencias Naturales) tiene la misión de promover la investigación de las ciencias naturales mediante la relación transversal de maestro y estudiante, contribuyendo a la formación docente y al proceso de construcción de estrategias para la enseñanza y aprendizaje que conduzca a conocimientos transformadores en el ámbito pedagógico y ambiental. De esta manera, el trabajo de investigación “Evaluación de microbiota cultivable de la laguna del parque jardín botánico de Neiva (Colombia) a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad educativa con futuros docentes de ciencias naturales de la Universidad Surcolombiana” se concibe de importancia para el semillero ya que integra los saberes pedagógicos y disciplinares de las ciencias en el campo de la microbiología.

Para finalizar Montoya y Aguirre (2009), realizaron una revisión parcial sobre estudios de limnología de lagos de planos inundables (Ciénagas) en Colombia encontrando que el mayor porcentaje de investigaciones se realiza en estudios ícticos, fitoplancton y los de menor

investigación son la microbiología y macrófita, Aunque este trabajo no se soporta en las ciénagas, justifica el poco estudio que se presentan en ecosistemas similares.

5. Objetivos

5.1. Generales

Estimar la microbiota cultivable presente en la laguna del parque jardín botánico de Neiva a través de la columna de Winogradsky y su aplicabilidad en la enseñanza de futuros docentes en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana.

5.2. Específicos

Aislar y caracterizar microorganismos cultivables del área de estudio desarrollados a partir de la columna de Winogradsky.

Caracterizar las condiciones fisicoquímicas la laguna del Parque jardín botánico de Neiva como área de muestreo.

Diseñar y aplicar una secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la diversidad microbiana a través de la Columna Winogradsky con futuros docentes de Ciencias Naturales.

Establecer el aporte de la implementación de la secuencia de clases y la implementación de la columna de Winogradsky en la progresión de las concepciones del estudiantado.

Generar un texto que permita difundir el conocimiento sobre la Columna de Winogradsky y los microorganismos estimados de la laguna del jardín botánico que conduzcan a la conservación ambiental y el desarrollo de futuras investigaciones.

6. Marco Teórico

6.1. Componentes Disciplinar

6.1.1. Ecosistemas microbianos de agua dulce y terrestre

Entre los ecosistemas microbianos principales están el suelo como la superficie de las plantas y, el agua dulce como son lagos, charcas, ríos y corrientes. Todos estos espacios con variación en su estructura, composición y factores ambientales, lo que repercuten en la diversidad y la abundancia de los microorganismos presentes.

En ambientes de agua dulce podemos encontrar una serie de organismos y microorganismos que contribuyen al equilibrio de un ecosistema. Con respecto a los organismos microscópicos de producción primaria se encuentran los fotótrofos oxigénicos en suspensión libre llamados fitoplancton que incluyen algas y cianobacterias las cuales producen nuevo material orgánico y oxígeno, pero cuando esta producción es elevada lleva al agotamiento de oxígeno y a condiciones anóxicas que fijan el CO₂ orgánico. Sin embargo, la producción de materia orgánica producida por los fotótrofos anoxigénicos se difunde por aguas oxigenadas, diseminando la contaminación y las condiciones anóxicas.

La relación del oxígeno con los microorganismos en los lagos influye en que, si hay ausencia de oxígeno en el fondo, sus capas se vuelven anóxicas y no crecen organismos estrictamente aerobios como las plantas, en los microorganismos anaerobios se encuentran procariotas y eucariotas anaerobios, además de algunos protistas. La medida de demanda bioquímica de oxígenos (DBO) en la capacidad microbiana de consumir oxígeno nos ofrece un dato sobre una medida de materia orgánica.

En lo que se refiere a los ambientes terrestres, el suelo se forma durante largos periodos de tiempo y suelen clasificarse en minerales y orgánicos, los primeros se dan por erosión de rocas, los

segundos por sedimentación de turberas o ciénagas. El suelo es un gran hábitat microbiano por lo que un pequeño agregado de suelo puede tener muchos microorganismos y su actividad metabólica se ve afectada principalmente por la disponibilidad de agua y recursos presentes (Madigan et. al., 2009)

6.1.2. ¿Qué es diversidad biológica y cómo se altera?

La diversidad biológica o biodiversidad son todas las formas de vida sobre la tierra, desde el organismos más pequeño hasta el más grande determinado por una composición, estructura y función; se considera su variabilidad en todos los niveles de organización biológica, genéticos, morfológicos, fisiológicos y ecológicos; allí se incluyen ecosistemas terrestres, marinos y acuáticos, así mismo los complejos ecológicos de los que forman parte, incluyendo la diversidad de especies, entre especies y los ecosistemas. (Halfpter y Ezcurra,1992; Espinosa y Cordero 1995; Wilson 1997; Gaston y Spicer 1998; Morrone et al., 1999).

También, el Instituto Humboldt señala el concepto de biodiversidad a partir de su publicación “La biodiversidad y los servicios ecosistémicos” y el convenio sobre la diversidad biológica como la química de la tierra, lo que da variedad a organismos vivos como plantas, animales, hongos y microorganismos de diversas formas, tamaños, colores y texturas de cualquier especie y ecosistemas los cuales son la unidad básica funcional de la naturaleza, ya que comprende las interrelaciones entre lo biótico y abiótico.

De igual manera, se toma la biodiversidad como el conjunto total de genes, especies y ecosistemas en un área determinada. (Di Castri y Younes,1996). Además, Heywood y Watson (1995) resaltan la diversidad como característica o propiedad de la naturaleza y a su vez Solbrig (1994) añade a esta cualidad la inclusión de la especie humana a partir de su adaptación a los ecosistemas de la tierra.

La diversidad biológica se ve afectada a partir de la inserción de nuevas tecnologías, la contaminación, la explotación de recursos naturales, así como el paso del tiempo, lo que ha generado preocupación por la protección y conservación de la biodiversidad, que ha ido aumentando debido a las acciones de muchos seres humanos quienes, siendo potentes motores de cambio, son causantes de la pérdida del ambiente natural. Según lo planteado por Gaston y Spicer (1998); estos también generaron la alteración de la diversidad, deterioro y desaparición de muchos filtros ambientales, derivados de la explotación de los recursos y servicios de la biodiversidad para obtener beneficios ligados a contextos religiosos, míticos, culturales, económicos, políticos, estéticos, medicinales, entre otros, De Alba y Reyes (1998). Por otro lado, también se señalan acciones humanas que han conducido a la valoración, mantenimiento, protección y conservación de la biodiversidad mediante la domesticación o selección artificial de algunas especies de fauna y flora (McNeely et al., 1990).

Además, otra de las preocupaciones por la pérdida masiva de ecosistemas son el deterioro de extensiones considerables de selvas, en especial la selva amazónica a causa del cambio climático, los incendios forestales, la extinción de especies endémicas, al igual que el desplazamiento de zonas hídricas como lagos y ríos que conducen a la pérdida de especies de flora, fauna y microorganismos acuáticos.

De acuerdo a las concepciones anteriores surge el interrogante ¿Cuál es la importancia de la biodiversidad? y entre sus posibles respuestas se expresa que es un campo de construcción que a partir de la investigación constante promueve una perspectiva para la conservación, la solución de problemáticas ambientales y creación de nuevos conocimientos científicos, además debido a esta diversidad biológica se tiene un equilibrio parcial en la naturaleza, alimento, clima, captura del CO₂, control de la erosión, regulación hídrica, entre otros aspectos, aun cuando en la actualidad se desconocen muchas especies y su papel biológico o beneficios en el medio ambiente.

6.1.3. Importancia de la diversidad microbiana.

La mayoría de los registros o investigaciones sobre diversidad microbiana se fundamentan en estudios realizados con respecto a la variedad de los eucariotas y, como en estos organismos se hace uso de parámetros que precisan la cuantificación o estimación del número de especies y su representatividad para caracterizar la diversidad de varios o de un mismo ecosistema a través del tiempo (Moreno et al., 2014).

A partir de las investigaciones se deduce que existe una gran variedad de microorganismos entre ellos marinos, microorganismos de agua dulce, microorganismos de suelo entre los que se incluyen bacterias, algunos hongos como levaduras y mohos (hongos filamentosos), los protozoos y las algas microscópicas. De igual modo, a este grupo también se añaden los virus los cuales son no celulares.

El conocimiento y estudio sobre estos organismos microscópicos es aplicado en campos industriales, medicinales, económicos y ambientales. De modo que estos pequeños organismos contribuyen a precisar el equilibrio entre los organismos vivos y las sustancias químicas presentes en el ambiente, como los microorganismos del suelo que intervienen en el proceso de fotosíntesis que genera alimento y oxígeno fundamental para la vida.

Otros son importantes en aspectos económicos, evitando pérdidas monetarias en cosechas agrícolas, pues al conocer que organismos microscópicos patógenos infectan y destruyen los cultivos se precisan medidas de control para evitar que ataquen los productos

En el campo de la medicina, la producción de antibióticos derivados de microorganismos ha permitido manipular herramientas para conocer y curar enfermedades graves. Por otra parte, son importantes en el intestino de humanos y animales para el proceso de digestión, y síntesis de algunas vitaminas para el metabolismo o la sangre.

A su vez, en el campo comercial e industrial, los microorganismos participan en la fabricación de bebidas alcohólicas como el vino, la cerveza y el pulque; en la elaboración del pan y diversos alimentos fermentados y en la conservación de embutidos y lácteos. Siendo estos criterios fundamentales en la concepción de los microorganismos como benéficos o de riesgo para la salud y el ambiente (Tortora et al., 2007 y Montaña et al., 2010). Además de lo mencionado en la caracterización, estos también se hacen mención a los causantes o portadores de enfermedades.

De esta manera los microorganismos se clasifican en grupos de Bacterias como Archaea, Hongos, Protozoos, Algas y Virus, los cuales poseen características diferentes en cuanto su relación, estructura, morfología, fisiología, nutrición, hábitat y reproducción basados en criterios del ambiente ya sea al interior o exterior de la célula. (Vargas y Villazante, 2014).

- **Bacterias:** Son células procariotas que carecen de membrana nuclear pero su material genético se halla en el citoplasma. Se pueden tipificar en células Gram positivas y Gram negativas mediante la técnica de tinción de Gram. Se pueden clasificar a partir de su forma como bacilos, cocos, espirilos, vibriones y algunos pueden ser estrellados o cuadrados. Se reproducen por fisión binaria o bipartición, es decir, mediante la división de dos células idénticas. Debido a sus respuestas metabólicas para adaptarse y sobrevivir pueden vivir en ambientes donde el oxígeno es ausente, no existan nutrientes orgánicos para alimento, o en donde las temperaturas sean extremas. Las bacterias constituyen la forma de vida más abundante en la tierra en cuanto al número de especies (Mollinedo y González, 2014).

- **Archaea:** Poseen paredes que carecen de peptidoglicano. Se dividen en 3 grupos: metanógenos, halófilos extremos y termófilos, por lo que pueden vivir en ambientes con temperaturas superiores a los 100 °C o en aguas extremadamente alcalinas o ácidas. Su

DNA se presenta como un lazo denominado plasmidio. Las archaeas presentan diversidad de formas entre ellas redondas (cocos), barras (bacilos), triangulares y cuadrados.

- Hongos: Los hongos a diferencia de los demás microorganismos poseen un núcleo con material genético celular (eucarionte). Estos organismos pueden ser multicelulares (setas) o unicelulares (levaduras). Obtienen su nutrición a partir de la absorción de materia orgánica. Se reproducen sexual o asexualmente y poseen estructuras somáticas ramificadas y filamentosas rodeadas por una pared celular hecha de celulosa o quitina. También son organismos heterotróficos e ingieren su alimento mediante adsorción.

- Protozoos: Estos organismos comparten con los hongos el ser eucariontes unicelulares. Se desplazan mediante flagelos, cilios o seudópodos. En este grupo se incluyen las amebas y demás microorganismos como los parásitos que se nutren a partir de absorber los compuestos orgánicos de su ambiente. Se reproducen asexualmente mediante simple división celular.

- Algas: Estos microorganismos son eucariontes fotosintéticos en su mayoría unicelulares que abundan en aguas saladas y dulces, en el suelo y en aglomeración con plantas. Para su crecimiento y nutrición requieren de luz, agua y CO₂, y como producto de este proceso se obtiene oxígeno e hidratos de carbono.

- Virus: Son organismos que solo precisan visualizarse con un microscopio electrónico. Carecen de estructura celular por lo que solo pueden reproducirse haciendo uso de otros organismos celulares. (Tortora et al., 2007; Vidal 1994; Vargas y Villazante 2014; Bucher y Abril 2006).

Por lo anterior, el estudio de la diversidad bacteriana es transcendental, porque los índices bacterianos informan de situaciones acontecidas en algún tiempo atrás en determinado ambiente,

evidenciando factores no presentes en el momento de la toma de muestras; además el estudio de la estructura de una comunidad bacteriana descubre la actuación de agentes que inciden de forma intermitente y que pueden, no ser detectados a través de análisis rutinarios. Por consiguiente, las diferentes respuestas del medio ante los contaminantes se demuestran mejor en las características de todo el ecosistema sometido a estrés, donde no se conoce los acontecimientos y en este caso las bacterias son la herramienta auxiliar de diagnóstico del ecosistema (Atlas, 1984).

Así mismo, las características del ambiente en las que se encuentra la muestra, sumado al tiempo de cultivo genera que la actividad microbiana y abiótica ocasione gradientes químicos ambientales que dan lugar al crecimiento de diversos nichos microbiológicos, manteniendo de esta manera los ciclos de los nutrientes (Esteban et al., 2015).

6.1.4. Tipos de diversidad

La diversidad biológica está expresada en extensos hábitats, en el número de individuos dentro de cada especie y sus tipos, ya que estos suministran información valiosa sobre la naturaleza del hábitat en el cual se encuentran. Puesto que al existir complejas interacciones con los factores abióticos (luz, temperatura, pH) y bióticos (con otros organismos) todos y cada uno de ellos tienen requerimientos específicos para sobrevivir en el ambiente según menciona Anderson (1987).

También, se distinguen tres tipos de diversidad microbiana; la alfa que representa la riqueza de especies de la comunidad; la beta que se refiere a la tasa de cambio en especies de dos comunidades, lo que indica la variación de composición de ambas comunidades y, por último, la gama que comprende la riqueza de especies de las comunidades en conjunto (Moreno et al., 2014).

6.1.4.1. Diversidad metabólica.

Los microorganismos y sus reacciones metabólicas desempeñan funciones claves en el mantenimiento del entramado de la vida en la tierra y son de crucial importancia para sostener diferentes aspectos en la naturaleza humana por lo que requiere de procesos como:

Fototrofia: Denominados así por el uso de luz como fuente de energía en forma de ATP y de donde deriva la fotosíntesis como la conversión de energía luminosa en energía química. Los organismos implicados son llamados autótrofos porque reducen el CO₂ a compuestos orgánicos y la absorción de energía luminosa a través de las clorofilas dan inicio a la producción de energía (fotosíntesis).

Algunas bacterias fotótrofas obtienen el poder reductor de donadores de electrones del ambiente, como fuentes de azufre reducido H₂S, S⁰ o H₂. Contrario en las plantas verdes, algas y cianobacterias que obtiene su poder del H₂O y de subproducto generan O₂ molecular, estos organismos son denominados entonces como organismos de fotosíntesis oxigénica. Así mismo, existe la fotosíntesis anoxigénica que no utiliza el H₂O, pero si otros agentes como H₂S₄, por tanto, organismos como plantas utilizan la luz para obtener la energía. No obstante, en la fotosíntesis oxigénica esto también ocasiona la oxidación del agua en oxígeno.

Con relación a los procariotas, las cianobacterias producen clorofila *a*, pero los fotótrofos anoxigénicos como las bacterias púrpuras y las verdes pueden tener diferentes bacterioclorofilas (Madigan et al., 2009).

La Autotrofia: es el proceso mediante el cual el CO₂ se asimila como fuente de carbono mediante tres vías, la vía del ciclo de Calvin, (principalmente de bacterias púrpuras, cianobacterias, las algas y las plantas verdes), la vía del ciclo inverso del ácido cítrico, y la vía del

Hidroxiopropionato (principalmente de las bacterias verdes del azufre y no del azufre) (Madigan et al., 2009).

Quimiolitotrofia: Los organismos que obtienen energía de la oxidación de compuestos inorgánicos se llaman quimiolitotróficos, en su mayoría también obtienen el carbono del CO₂, por lo que también son autótrofos. Existen otros como los Mixótrofos que, aunque obtengan la energía de oxidación de una fuente inorgánica requieren un compuesto orgánico como fuente de carbono. Las fuentes donadoras inorgánicas de electrones pueden ser geológicas, biológicas o antropogénicas siendo algunos de ellos H₂S, H₂ y NH₃ (Madigan et al., 2009).

Oxidación del hidrógeno: el hidrógeno al ser un producto del metabolismo microbiano puede ser usado por algunos quimiolitotrofos como donador de electrones en las reacciones químicas para la obtención de energía. En cuanto al dominio *Bacteria* y *Archaea*, precisan de fermentaciones en procesos anóxicos, lo que conduce al cambio de metabolismo entre quimiorganótrofos y Quimiolitotrofos, por lo que posiblemente crecen y desarrollan en medios de interface óxico-anóxico según señala Madigan et al., (2009).

Oxidación de compuestos reducidos del azufre: muchos compuestos reducidos del azufre como H₂S, S⁰, S₂O₃²⁻, son utilizados como donadores de electrones de bacterias incoloras del azufre (Madigan et al., 2009).

Oxidación del hierro: la oxidación aeróbica del hierro a partir del estado ferroso Fe²⁺ al férrico Fe³⁺, se da principalmente en bacterias acidófilas estrictas; entre las que se encuentran *Acidithiobacillus ferrooxidans* y *Leptospirillum ferrooxidans*. El hierro se puede oxidar en

condiciones anoxigénicas utilizando el hierro ferroso como donador de electrones para reducir el CO_2 , entre los microorganismos que oxidan este compuesto se hallan las bacterias púrpuras fotótrofas que también pueden utilizar FeS , y algunas bacterias verdes del azufre del género *Chlorobium* que utilizan Fe^{2+} como donador de electrones para su crecimiento autótrofo. También, se han aislado varias bacterias desnitrificantes y quimioautótrofas capaces de acoplar la oxidación del Fe^{2+} con la reducción del NO_3 a N_2 y crecer en ambientes anóxicos (Madigan et al., 2009).

Nitrificación: Las bacterias nitrificantes están ampliamente distribuidas en suelos y aguas. Un grupo son los *Nitrosomonas* que oxida el amoníaco a nitrito, así mismo, el grupo *Nitrospira* que oxida el nitrito a nitrato denominándose sustratos quimiolitótrofos. El amoníaco (NH_3 y nitrito (NO_2) se oxida de forma aerobia mediante las bacterias nitrificantes del dominio *bacterias*, así mismo existe el dominio de las *arqueas* con el grupo *Nitrosopumilus* quimiolitótrofos, autótrofo oxidador de amoníaco, estas bacterias por lo general utilizan para su metabolismo el ciclo de Calvin (Madigan et al., 2009).

6.1.5. Estudio de la diversidad a escala de especies, caracteres y grupos funcionales

En primer lugar para estudiar las especies es necesario identificarlas taxonómicamente (método fenotípico o genotípico), seguidamente con el listado de especies presentes se pueden calcular la diversidad per se (relación entre el número de especies y su abundancia), los componentes de esa diversidad como la riqueza (número de especies), la equitatividad (cuan balanceada está la cantidad de unas y otras especies entre sí); y además, cómo esas especies responden al ambiente y cómo afectan los procesos ecosistémicos. Dando paso a los caracteres y grupos funcionales, y a medir características de las especies que nos hablan de ese funcionamiento.

Así mismo, se evalúa su funcionalidad siendo el más importante la descripción de la variación en los caracteres funcionales y es ¿qué valores de caracteres funcionales poseen dichas especies en el sistema?; además de realizar un promedio ponderado de caracteres funcionales.

Finalmente, un aspecto importante de la biodiversidad tiene que ver con la presencia de especies que no siendo particularmente extremos o abundantes son en algún sentido “especiales” (Arana et al., 2015).

6.1.6. Microbiología de suelos

El suelo es un recurso fundamental para el equilibrio entre producción y consumo de dióxido de carbono en la biosfera, además, de condicionar la producción de alimentos. Es así que campos como la agricultura realizan diversos estudios de los componentes y ecología que integran el suelo para fortalecer los sistemas agrícolas sostenibles y brindar mejor funcionalidad a estas superficies, para lo cual se llevan a cabo controles que evalúan características biológicas como microorganismos, macro organismos y características fisicoquímicas como densidad, materia orgánica, etc., según plantea García (2011).

De esta manera, es el suelo donde se llevan a cabo la mayor parte de las etapas de los ciclos biogeoquímicos, la aplicación de materia orgánica conformada por carbono, nitrógeno, fósforo y agua, entre otros. Estos propician el mejoramiento de la estructura y características químicas del suelo, lo que a su vez induce a la diversidad y actividad microbiana en donde se precisan fuentes de nutrimentos y energía que generan el desarrollo metabólico de los microorganismos, (Ferrera, 1995; Chung et al., 1988; Estrada et al., 2000; Corlay et al., 2000; Alarcón y Ferrera, 2001).

Por lo anterior, la actividad microbiana del suelo o edáfica da cuenta de las reacciones bioquímicas que se realizan en la estructura de este, efecto de Biofertilizante natural, Biorremediador y, el funcionamiento de las comunidades bióticas.

Entre los principales componentes microbianos que inducen la nutrición y protección del suelo se encuentran los hongos micorrízicos, bacterias diazotróficas como (*Azospirillum*, *Derxia*, *Pseudomonas*, *Beijerenckia*, *Azotobacter*, *Enterobacter* y bacterias simbióticas, además de bacterias del género *Bradyrhizobium*, *Bacillus*, y *Azospirillum*; esta última por su capacidad de simbiosis bacteria-planta, favorece la nutrición, crecimiento y productividad mediante la fijación de nitrógeno (González, 1995 y Ferrera y Alarcón, 2001).

Así mismo, se han reportado más de 1000 morfotipos microbianos (bacterias y hongos) para grupos funcionales del suelo en páramos, zonas de cultivo y ganadería. Entre las bacterias están los diferentes *phylum* *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Proteobacteria* y sus clases *Sphingobacteriia*, *Actinobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria*, *Bacilli* entre otros géneros como *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Brevibacillus*, *Burkholderia*, *Chitinophaga*, *Comamonas*, *Escherichia*, *Kaistia*, *Leucobacter*, *Microbacterium*, *Micromonospora*, *Oerskovia*, *Paenibacillus*, *Pantoea*, *Pedobacter*, *Rahnella*, *Rhodococcus*, *Roseomonas*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas* y *Streptomyces* y otras especies; además, de los Hongos con diferentes *Phylum* entre los que se encuentran: *Ascomycota*, *Zygomycota*, *Basidiomycota*, *Glomeromycota* y generos como *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Beauveria*, *Bionectria*, *Coniothyrium*, *Diplogelasinospora*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Geomyces*, *Hypocrea*, *Leptosphaeria*, *Mortierella*, *Mucor*, *Neonectria*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Preussia*, *Torula*, *Trichoderma*, *Trichosporon*, *Truncatella*, *Umbelopsis*, y muchas otras especies (Avellaneda et al., 2013).

6.1.7. Condiciones ambientales para el desarrollo de microorganismos en aguas

Para el desarrollo de microorganismos en el agua se hace necesario cumplir con unos requerimientos como:

6.1.7.1. La temperatura

Este es un factor que influye en la proliferación y supervivencia de los microorganismos, siendo así que un aumento de temperatura aumenta las reacciones enzimáticas, y las tasas de producción. Sin embargo, este tiene un límite donde todo se inactiva y las bajas temperaturas limitan el crecimiento hasta su detención. De esta manera existen microorganismos con puntos óptimos denominados Mesófilos (temperaturas que oscilan de 20 a 40 °C) y termófilos (punto superior a 40 °C).

6.1.7.2. pH

La mayoría de los sistemas acuáticos cuentan con un pH de 5,0 a 9,0 y muy pocas crecen fuera de estos rangos, es de resaltar que en un ambiente ácido un microorganismo puede tener el pH cercano a la neutralidad.

6.1.7.3. El oxígeno

Con el oxígeno respiran la mayoría de los organismos, no obstante, para microorganismos anaerobios este puede ser letal. Sin embargo, se ha encontrado cierto tipo de bacterias que no mueren en presencia de oxígeno, sino que inhiben su crecimiento.

Es así como los ambientes anaeróbicos se presentan en los embalses y lagos profundos, derivados de la acción de ciertas bacterias que consumen el oxígeno durante la respiración. Por lo general, las reacciones anaeróbicas que allí ocurren juegan un papel importante en el ciclo del hierro y el azufre (Roldán, 1992).

6.1.8. Dinámica de las poblaciones bacterianas.

El crecimiento bacteriano, algas y protozoos puede ser muy rápido o llevarse a cabo en minutos o pocas horas. La tasa de crecimiento es una expresión geométrica del crecimiento del número de individuos (N) de una población. El tiempo (t) para doblar su número bajo condiciones ideales y se representa así:

$$t = 0,691 \log e C$$

6.1.8.1. La luz en los lagos

La radiación solar atraviesa las columnas de agua en los lagos y lagunas, y cuando la penetración de la luz se ve afectada, se habla de lagos o lagunas turbias, transparentes, o altamente coloreadas. En esta última, los espectros de luz que ingresan son las bandas de color anaranjado y rojo que se transmiten más profundamente que los demás colores, en aguas moderadamente transparentes la mayor transmisión se encuentra en amarillo y en aguas naturales la mayor transmisión es el azul.

6.1.8.2. Color y turbiedad en los lagos

Son indicadores de productividad de un lago:

El color

El color de un cuerpo de agua lo constituye la luz no absorbida, cuando un cuerpo de agua absorbe todas las longitudes la apariencia es de color negro, así mismo el color aparente del agua se debe a factores como los materiales particulados, reflexión del cielo, materia orgánica o cestón, que se compone en primera instancia de material vivo (fito y zoo plancton) y en segunda instancia material no vivo como organismos muertos, detritos y sustancias coloidales. Por su parte, las algas

verde azules dan un matiz verdoso, las diatomeas dan un color amarillento, donde hay rocas ferrosas dan un color rojizo.

La turbiedad

La turbiedad define el grado de opacidad producido por la materia suspendida, de modo que la concentración de sustancias determina la transparencia del agua, pero en ecosistemas acuáticos tropicales puede influir arrastre de materiales por lixiviación de las regiones. Cabe señalar que el papel de mayor importancia de la turbiedad en la relación de transmisión de luz es la productividad y flujo de energía en el ecosistema.

6.1.8.3. Efecto de calor en el agua

La energía lumínica y calorífica queda generalmente retenida en los primeros metros del agua, así mismo el calor específico de esta, permite la disipación de la luz y la acumulación del calor, su estratificación térmica depende de varios factores tales como los vientos, densidad del agua, profundidad, latitud etc. Por tanto, influyen en los ciclos fisicoquímicos de los lagos y procesos de producción y respiración en dichos ecosistemas (Roldán, 1992).

6.1.9. Medio ambiente microbiano

Investigaciones microbianas muestran que las bacterias no se distribuyen de manera uniforme, pero sí muestran bastante variedad, la mayoría de las bacterias acuáticas son heterótrofas, es decir, viven de sustancias orgánicas, encontrándose microorganismos bacterianos foto y quimiorganotrofos que solo requieren de nutrientes orgánicos. La mayoría de las bacterias acuáticas son móviles, pueden vivir libres en el agua o crecer sobre sustrato.

A su vez, las bacterias del suelo se relacionan estrechamente con las de aguas superficiales, por lo que entre las corrientes pobres de nutrientes se encuentran bacterias Gram negativas no esporuladas como: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Azotobacter* pero también es común encontrar *caulobacter* y *gallionella*.

En aguas eutrificadas se presentan familias de *pseudomonadaceas*, *bacillaceas* y *enterobactereaceas* de importancia y bacilos no esporuladas (Roldán, 1992)

6.1.10. Microorganismos presentes en el agua

Generalmente las aguas superficiales están sometidas a la contaminación de microorganismos provenientes de la atmósfera, desechos y vertientes. En el grupo de las bacterias se presentan tres, el primero de ellos son las bacterias naturales del agua que tienen como grupo común las *pseudomona* (*p. fluerences* y *p. aeruginosa*) y especies de los géneros *serratia*, *flavobacterium* y *chromobacterium* denominadas no patógenas para el hombre; el segundo grupo son las bacterias de suelo que no duran mucho tiempo en el agua y se eliminan por la sedimentación, entre las especies más comunes están *bacillus* (*B.ceres* y *B. subtilis*), Gram positivos, aeróbicos productores de esporas y subgénero *Aerobacillus* (*B. maceraus* y *B. polymyxa*) con esporas facultativas *Sphaerotilus dichotomus* que suele encontrarse tanto en aguas limpias como estancadas; y por último está el grupo de origen intestinal que se consideran como indicadores de contaminación entre ellos el género *clostridium*, Gram positivos, aeróbicos y productores de gas, cocos *Streptococcus*, Gram positivos y Gram negativos y los géneros *Escherichia*, *Enterobacter* y *Proteus*. Por tanto, los coliformes se consideran indicadores de polución (Roldán, 1992).

6.1.11. Importancia del componente microbiano en la naturaleza.

La importancia de los microorganismos heterotróficos (Hongos y bacterias) se basa en que participan de las etapas finales en las cadenas tróficas por descomposición liberando nutrientes orgánicos e inorgánicos, regulando la dinámica de nutrientes en el ecosistema y actuando en la redistribución de este. En los sistemas acuáticos la mayoría del detrito orgánico se encuentra en forma disuelta o particulada, pero en fracciones más finas, por lo ende la relación materia orgánica disuelta (MOD) y materia orgánica particulada (MOP) es de 10:1 en lagos y océanos (Wetzel, 1984, citado por Álvarez, 2005). Así mismo, la mayoría de las biomoléculas en la biosfera son celulosa y lignina (Hedges, 1992 citado por Álvarez, 2005) y, más de 50 % del detrito se compone de compuestos húmicos, principalmente en la fracción soluble.

El pequeño tamaño del material detrítico y su refractabilidad hacen que, en la mayoría de los casos, sean los microorganismos los únicos capaces de su asimilación y transferencia a niveles tróficos superiores, constituyendo la base de las cadenas tróficas detritívoras.

De esta manera, la mayoría de los organismos son responsables de los ciclos biogeoquímicos y consecuentemente del metabolismo aerobio y anaerobio; en efecto los factores que regulan los microorganismos son factores claves de los ecosistemas. En los sedimentos lagunares su estructura inestable y sus condiciones anaerobias, hacen a las bacterias el grupo heterotrófico más importante desde el punto de vista trófico y metabólico tal como lo expresa Álvarez (2005).

6.1.12. Metabolismo de un sistema acuático.

El metabolismo de un sistema acuático está en función de los procesos de producción, consumo y descomposición, donde los hongos y bacterias juegan un papel fundamental de manera oxigénica (aeróbica) y si se realiza en ausencia de oxígeno (anaeróbica). La disposición final será

ácido sulfhídrico (H₂S) y metano (CH₄) que frecuentemente se asocian a lagos y embalses profundos y lentos.

6.1.13. Composición y características de una laguna.

Las lagunas poseen depósitos de sedimentos que almacenan nutrientes y generan la eutrofización. A partir de estos compartimentos ecosistémicos se crea una reserva que modera los nutrientes de la columna de agua; en primera medida, amortiguando los aumentos de nutrientes en el medio provenientes de los aportes directos y/o de la descomposición de materia orgánica, y reteniendo una parte de estos. En segunda medida compensan los déficits de nutrientes en periodos de alta demanda biológica, liberando parte de estas formas retenidas (Carmouze, 1994).

De este modo, según el estado trófico, un lago puede estar en estado oligotrófico cuando presenta inicialmente baja concentración de nutrientes, dinámicas bajas, disponibilidad de oxígeno alta tanto en la superficie como en el fondo, comunidades con poca biomasa y alta diversidad que son los que se encuentran generalmente en la alta montaña. Por el contrario, un lago eutrófico presenta concentraciones de nutrientes altas, dinámicas rápidas, comunidades de alta biomasa y poca diversidad, la transparencia es baja en la zona eufótica superficial y la apariencia es de aguas verdosas amarillosas con densa vegetación acuática sumergida o flotante (Roldán y Ramírez, 1992).

Es así que, en la microbiología los principales componentes de la biomasa acuática, se encargan de realizar el ciclo de los nutrientes y mantener la productividad con tasas de crecimiento rápido y de bajos niveles de contaminación, lo que a su vez los condiciona como indicadores de cambios ecológicos (Paerl et al., 2003).

6.1.14. Factores abióticos de una laguna.

Son aquellos que influyen en la estabilidad y productividad de los ecosistemas acuáticos

6.1.14.1. Penetración de la luz solar

Las longitudes de onda de mayor penetración son el azul y el verde, por ello al descender en el lago se observa de blanco a verde, cuyos efectos más importantes son el efecto abiótico del calentamiento y el efecto biótico de la fotosíntesis, incluyendo el nivel de compensación que se refiere a que la tasa de producción sea igual a la respiración, de modo que por encima de este nivel se encuentran los productores y por debajo de este se hallan los consumidores.

6.1.14.2. Gases disueltos en agua

Los gases de mayor importancia son el oxígeno y el dióxido de carbono, el primero resultado de la fotosíntesis y el segundo de la respiración, un exceso de oxígeno en el día ocasiona una reducción del dióxido de carbono lo que, a su vez, aumenta el pH; pero un exceso de dióxido de carbono en la noche y disminución de oxígeno ocasiona una baja de pH, lo que es propio de un ecosistema que perdió su equilibrio y es el limitante para el desarrollo de muchas especies.

6.1.14.3. Sólidos disueltos en agua

Se denominan así a todos los iones que se encuentran presentes en el agua como: cloruros, sulfatos, bicarbonatos, nitratos, fosfatos y sílice. Los incrementos de sólidos disueltos en agua, especialmente cloruros causan problemas de osmorregulación y con ellos una baja diversidad de microorganismos. Aquí resulta importante la medición de la conductividad del agua, cuyos valores normales oscilan entre 30 a 60 μ cm, resultados por debajo indican oligotrofia o baja productividad y valores superiores eutrofia o alta productividad (Roldán, 1992).

6.1.15. Factores bióticos de una laguna

Son los organismos que residen allí y se dividen en tres grupos: inicialmente se encuentran los productores o fotosintetizadores que son constituidos por microorganismos como las algas, algunas bacterias y las plantas acuáticas; en segunda medida se hallan los organismos consumidores los cuales se refiere a protozoos y algunos peces; y en tercera medida los descomponedores, donde se encuentran los hongos y bacterias acuáticos, cada uno relacionado con el hábitat y nicho (Roldán, 1992)

6.1.16. Identificación bacteriana.

La taxonomía bacteriana tiene una clasificación taxonómica, en categorías y definiciones bastante utilizadas como familia (un grupo de géneros relacionados entre sí), género (un grupo de especies relacionadas entre sí), especie (un grupo de cepas relacionadas entre sí), tipo (grupos de cepas interrelacionados dentro de las especies; por ejemplo, biotipo, serotipo) y cepa (aislamiento concreto de una especie en particular) según López et al., (S,F).

6.1.16.1. Caracterización morfológica de microorganismos.

La caracterización morfológica es uno de los medios que nos permite identificar microorganismos, aunque en la actualidad viene presentando dificultades debido a polimorfismos de algunas bacterias, cuya morfología cambia según las condiciones. Es necesario entonces identificar transiciones sucesivas entre las etapas de desarrollo y observaciones a largo plazo. Un ejemplo de ello son las bacterias *azotobacter*.

Hasta hace poco, los microorganismos se estudiaban sólo en cultivos puros y se clasificaban casi exclusivamente de acuerdo con las reacciones químicas producidas por el metabolismo celular.

Se cree que puede haber muchas clasificaciones naturales de organismos vivos por sus posiciones objetivas en la naturaleza, las cuales, a su vez, son dictadas por el modo de existencia en el ambiente natural más que por el origen, y también puede haber muchos sistemas de clasificación dependiendo de la meta fijada por el científico, incluyendo la clasificación por el origen de los organismos. Cualquiera que sea el sistema de clasificación adoptado, es un producto de la naturaleza, pero también existen otros criterios para la clasificación como lo es usar el gen 16S rRNA para construir árbol filogenético. Sin embargo, no debemos pensar que podemos obtener una comprensión completa y correcta de la biodiversidad de las bacterias en la naturaleza al trabajar con este tipo de culturas (Zavarzin, 2006).

6.2. Parámetros fisicoquímicos

El agua es el recurso hídrico más importante de la Tierra y de la vida de todos los seres vivos. Estas se clasifican de acuerdo con las sustancias que la componen y su origen en: agua destilada, agua de mar, agua de río, agua de lagos y lagunas, agua superficial entre otras, las cuales a su vez se organizan a partir de su uso como aguas industriales, de uso doméstico, para análisis químico y aplicaciones biológicas.

Las clasificaciones mencionadas se realizan a partir de parámetros fisicoquímicos como indicativo de la calidad del agua, entre estas, pH, acidez, dureza total, alcalinidad, cloruros, nitratos, turbiedad, metales pesados, etc.

6.2.1. Calidad del agua

Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del

contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (Orozco et al., 2005).

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown et al., (1970) es una versión modificada del “WQI” desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país; se creó y diseño un índice estándar llamado WQI (Wáter Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA).

Con el transcurso del tiempo los parámetro fisicoquímicos se han modificado, esto realizado por Fernández et al., (2003) construyendo niveles de calidad del agua en un rango de 0 a 100 conocidas como curvas de función, son parámetros específicos para todos los continentes, sin embargo, no se han establecido valores cuantitativos de los parámetros específicos para las aguas y es debido a esto, que cada continente tiene una institución gubernamental a cargo que supervisa con estándares de calidad de agua cada área de su territorio con los valores de los parámetros fisicoquímicos ajustados a su entorno.

En Colombia, de acuerdo con el Estudio Nacional del agua (IDEAM, 2014), la medición de parámetros fisicoquímicos es una actividad rutinaria. Sin embargo, no ha sido así el cálculo de índices de calidad de agua, aunque; estos están siendo aplicados regularmente en la industria del petróleo y algunas corporaciones autónomas regionales, en las ciudades de Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Cali y Manizales, estimando los ICA e ICO en sus programas de monitoreo (Fernández y Solano, 2005).

En el 2002, diferentes entidades que conforman el Sistema de Información Ambiental Colombiano, incursionaron sobre la base de los índices en los que se han desarrollado catorce indicadores ambientales, de los cuales tres corresponden a la oferta hídrica, dos a la sostenibilidad

del recurso, seis a la calidad del agua dulce y tres ICA adicionales para las aguas marinas y costeras (IDEAM, 2002).

A pesar del gran esfuerzo realizado en Colombia, algunos de estos indicadores, especialmente los de calidad del agua, apenas están planteados debido a la poca densidad de puntos de colección de datos y su falta de sistematización y estandarización (IDEAM, 2002).

De esta manera con relación al área de estudio, el agua de la laguna del jardín botánico de Neiva se determina como aguas superficiales ya que según Franco (2011) las aguas superficiales son originadas a partir de deshielos y se hallan en ríos, lagos, lagunas y mares. El IDEAM (2014) también hace referencia a las aguas superficiales, señalando que estas se encuentran sobre el suelo o superficie considerándose así los arroyos, lagos, ríos, estanques, embalses u otros, en donde se desarrollan diferentes ambientes acuáticos debido a las características (zona, temperatura, humedad entre otros parámetros).

De esta manera las aguas superficiales presentan una composición de metales y no metales que según Franco (2011), entre los metales se encuentran Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Litio, Cobalto, Arsénico, Plomo, entre otros en mayor y menor cantidad. En cuanto a los no metales se plantea que se hallan Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Azufre, Flúor, Yodo, Fósforo, etc. Estos elementos reaccionan generando combinaciones que se pueden analizar mediante pruebas fisicoquímicas.

Teniendo en cuenta lo planteado por Franco (2011) algunas de las pruebas para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos son:

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Cantidad de oxígeno que comprende la actividad respiratoria de microorganismos que hacen uso de materia orgánica del agua para el crecimiento y metabolismo de componentes celulares.

- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia oxidable orgánica y mineral.

- **Color:** Resultado de la presencia de material vegetal como plancton y de metales como hierro, disueltos o en suspensión. Lo que provoca un efecto barrera de la incidencia de luz solar, reduciendo procesos fotosintéticos.

- **Temperatura:** Influye en la solubilidad del oxígeno, en el metabolismo, en las reacciones químicas y bioquímicas. Se toma introduciendo directamente el termómetro Celsius con columna de mercurio y escala entre 1 °C en el cuerpo de agua a medir.

- **pH:** Medida de concentración de iones de Hidrógeno. Se relaciona con la alcalinidad y la acidez. La medición se realiza mediante un pH metro el cual tiene un mecanismo electrónico que muestra la medida de pH con respecto a la temperatura.

- **Turbidez:** Es el resultado de la dispersión de la luz en el agua debido a la presencia de material suspendido, lo que afecta la actividad fotosintética. Se toma mediante el uso del disco Secchi el cual se introduce en el agua de manera vertical y se registra la profundidad que el disco alcanza hasta que se pierde de vista. (Preferiblemente medir entre 10:00 am y 2:00 pm.)

- **Sólidos disueltos:** Se realiza mediante filtrado, posteriormente evaporación y secado a peso constante del material que pasa a través de un filtro.

- **Oxígeno:** Es soluble en agua dependiendo de la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica. Se mide mediante una sonda multi-paramétrica HQ40d o una sonda Hanna.35°C por 24-48 horas.

- **Cloruros:** Se mide mezclando una muestra de agua con un reactivo de $\text{Al}(\text{OH})_3$, posteriormente se agrega H_2O_2 si existen sulfuros o sulfitos y finalmente se realiza una titulación con AgNO_3 .

- **Nitritos:** Resultado de la degradación biológica de las proteínas o por contaminación por orina y estiércol de ganado. Se determina mezclando una muestra de agua filtrada con Sulfanilamida y posteriormente adicionar N-1-naftiletildiamina). Medir absorbancia en el espectrofotómetro de la muestra patrón y una muestra blanco.

6.3. Componente pedagógico

6.3.1. Formación docente.

La universidad forma profesionales competentes en las diferentes áreas de investigación, pero también es necesaria la producción intelectual que pueda aportar como profesional al desarrollo de la sociedad por eso Hernández (2009), propone que la doble actividad de enseñar e investigar es de mucha validación para la docencia, además que tiene el agregado de aprender haciendo, le permite mantenerse a la vanguardia, sabiendo que el proceso de enseñanza se hace desde un pensamiento vivo, de cuestionarse, que se construye por docentes y estudiantes investigadores, en la aventura de crear conocimiento, por esto el docente que investiga y enseña desde su propia experiencia de conocer, genera muchas veces interés y motivación, fomentando en el estudiante el pensamiento creativo y crítico, orientando en el planteamiento de problemas y búsqueda de soluciones.

El desarrollo del saber, le permite orientar la formación del espíritu científico e innovador de sus discípulos. El docente además se convierte en un intelectual reflexivo y crítico, empeñado en transformar su propia realidad, comprometido con el mundo y la vida. Es el docente investigador,

con la autoridad del saber, quien contribuye eficazmente en la formación de profesionales competentes.

6.3.2. Trabajos Prácticos (Laboratorios, Salidas de campo).

De acuerdo a los referentes teóricos consultados los trabajos prácticos (prácticas de campo y de laboratorio) en la enseñanza y aprendizaje de la biología, son considerados recursos o estrategias pedagógicas y didácticas en la enseñanza de las ciencias que a partir de procedimientos científicos permite una mayor interacción de los estudiantes con la naturaleza para la apropiación y producción de conocimientos, (Alarcón y Piñeros, 1989; Del Carmen, 2000; Cafferata, 2005; Valbuena et al., 2006; Amórtegui y Correa, 2009; y Amórtegui, 2011).

De esta manera, Barberá y Valdés (1996) plantean que los trabajos prácticos permiten comprender diversos fenómenos que se presentan en la naturaleza, desarrollar habilidades de razonamiento crítico y analítico, valorar la tarea del trabajo investigativo científico. Así mismo en lo que respecta a las prácticas de laboratorio autores como Lazarowitz y Tamir (1994), plantean que estas brindan experiencias precisas que en el caso de los estudiantes le permite contrarrestar la teoría para finalmente modificar los conceptos previos. Además de brindar destrezas experimentales, de observación y de razonamiento lógico que son obtenidas mediante la aplicación de procesos o métodos científicos.

De este modo, los trabajos prácticos favorecen la integración de la teoría con la práctica y la adquisición de habilidades como la observación, formulación de hipótesis e interrogantes, ejecución de experimentos, análisis y construcción de conclusiones, aspectos que se derivan de fenómenos naturales o situaciones planteadas en el campo, laboratorio o aula y requiere de materiales e instrumentos que faciliten el desarrollo de las actividades. Además de una guía de campo o laboratorio en la cual de forma esclarecida y puntual se orientan situaciones

problemáticas, los objetivos, lugar de estudio, concepciones teóricas, materiales, procedimientos, actividades, consultas, referencias, entre otras especificaciones que complementan las orientaciones del docente (Alarcón y Piñeros, 1989; Barberá y Valdés, 1996; Del Carmen, 2000; y Caamaño, 2003).

Por otra parte, los trabajos prácticos parten de las experiencias que tienen los alumnos en su vida cotidiana, en donde el docente tiene el papel de organizar estrategias de investigación y de enseñanza que confirmen los conocimientos obtenidos en el aula de clases o que conduzcan a la construcción de conocimientos por libre elección que posteriormente serán confrontados con la teoría, y por su parte el alumnado tiene el papel de integrar conceptos, procesos y actitudes de manera activa siendo partícipe en cada una de las actividades de manera variable (Amórtegui 2011).

6.3.3. Enseñanza aprendizaje de la ciencia microbiológica.

Los términos biología y educación no siempre han estado enfocados en la pedagogía ya que ésta solo busca relacionar los significados con la funcionalidad de cada temática, no obstante, los avances de las diversas disciplinas que se derivan de la biología han sido motivación para que se aborde un estudio más condescendiente del comportamiento del *Homo sapiens* y sus aptitudes cognitivas. Autores como Aselmeier (1983), citados por Asensio (1987), considera la antropología biológica como un componente de la ciencia empírica de la educación; Luzuriaga (1971) por su parte sitúa en la pedagogía descriptiva los factores biológicos, mientras Sarramona y Fernández (1978) aborda la biología de la educación como una ciencia que actúa como base de la normatividad pedagógica (Asensio 1987).

En la caracterización de las ciencias de la educación es pertinente resaltar a la biología como asignatura que desde años atrás, ha sido considerada como ciencia, mas no como parte de un campo

de humanidades, pero por otra parte, según lo plantea Morin (1984) citado de Asensio (1987) se debe fundamentar una relación entre las ciencias humanas y las ciencias de la naturaleza sin limitar una a la otra puesto que “ni lo humano se reduce a los biofísico ni la ciencia biofísica se reduce a sus condiciones antro-po-sociales de elaboración”. Haro (1983) citado en Asensio (1987) plantea que la educación humana es el pilar del comportamiento y el desarrollo cognitivo que el *Homo sapiens* expone al medio sociocultural y es por ello que la pedagogía presenta interés por estos conocimientos.

Según plantea Pantoja y Covarrubias (2013) citado de Estévez (2002), la complejidad de los contenidos que abordan las ciencias biológicas no permite el desarrollo de un aprendizaje significativo en los estudiantes por lo que se mantiene un modelo pedagógico tradicional enfocado en lo memorístico.

No obstante, las nuevas estrategias educativas plantean una enseñanza de las ciencias biológicas enfocada en la innovación pedagógica donde se presenta a los estudiantes como prioridad en la práctica de la pedagogía constructivista y cognitivista, y se aleja de los aprendizajes de solo conceptos, teorías o métodos científicos. Este proceso de enseñanza y aprendizaje busca potencializar la capacidad de un pensamiento lógico, crítico, reflexivo, creativo y analítico en maestros y estudiantes que lleven a una evaluación cualitativa de asimilación y aplicación de conceptos, más no cuantitativa en donde los estudiantes sólo aprenden temporalmente para obtener una buena calificación (Pozo, 1993) citado por Pantoja y Covarrubias (2013).

Pantoja y Covarrubias (2013) y Di Prisco (2001) indican que es el estudiante quien a partir de responder a sus estímulos desempeña el papel de sujeto de aprendizaje, de su formación, de sus tradiciones y cultura en donde evidencia la capacidad de asimilar de manera autónoma el conocimiento significativo y sus aplicaciones en las distintas situaciones que le sean expuestas.

Esto se logra según el autor De Manuel y Grau (1996) citados por Pantoja y Covarrubias (2013) a partir de la implementación de estrategias didáctico-pedagógicas como las prácticas de campo y/o laboratorio en donde se relacionan de manera transversal la realidad ambiental y social producto de la experiencia de los estudiantes y el maestro con las ciencias biológicas. Otra de las actividades que pueden ser abordadas para la enseñanza de la biología es a partir de la investigación científica como lo plantea Pérez et al., (2006) esta estrategia incentiva en los estudiantes un razonamiento crítico y de curiosidad que conducen a un aprendizaje activo. En este sentido el maestro debe desempeñarse como orientador o guía del proceso personal y trabajo colectivo de aprendizaje por libre elección y pensamiento crítico de sus estudiantes (Pantoja y Covarrubias, 2013).

De igual manera Acosta y García (2012) señalan que el maestro debe tener como finalidad enseñar a aprender para lo cual es necesario presentar cierto grado de conocimiento sobre sus alumnos, conocer a partir de un diagnóstico sus saberes previos, comprender sus formas de aprendizaje, saber de sus fortalezas, debilidades, motivaciones que conduzcan a una actitud y valores que sean expuestos al enfrentarse a las distintas situaciones que les sean presentadas en las temáticas de las ciencias biológicas.

Las estrategias de enseñanza de las distintas áreas de la biología aplicadas por lo maestros que son consideradas por autores como Díaz y Hernández (2007), y Orellana (2008) citados en Acosta y García (2012) son metodologías (pre-instruccionales, co-instruccionales y post-instruccionales) empleadas de manera consciente y monitoreadas que pretenden facilitar el proceso de aprendizaje significativo, integral y crítico en los estudiantes para la solución de problemas próximos partiendo de los conocimientos previos y la comprensión de la nueva información.

Además, Según Pérez et al., (2006) citado en Glavic (1975) los estudiantes aprenden a apreciar, valorar, conservar y respetar la naturaleza que los rodea, a dar sentido a la existencia del

hombre y a comprender la responsabilidad que este tiene con la longevidad de su cultura a través de estrategias de enseñanza que comparten los maestros en el área de la biología.

Una forma de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje es la que ha venido implementado Japón la cual se basa en “estudio de lecciones” en donde los maestros observan, diagnostican, analizan y optimizan las temáticas abordadas en el aula que son punto de partida para realizar lecciones de investigación (Allen et al., 2004) citado por Pérez et al., (2006).

Por otra parte, se precisa en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales una reestructuración de las herramientas didácticas y pedagógicas empleadas para lograr el desarrollo de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que son implementadas en la evaluación de las temáticas abordadas.

6.3.4. Concepciones previas de los estudiantes de ciencias naturales.

Algunos de los futuros docentes de Ciencias naturales según Aguilar et al., (2016) de Universidades como la Surcolombiana, la Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la de Antioquia, presentan concepciones previas acerca de la enseñanza aprendizaje de las ciencias, entre las cuales se menciona, los estudiantes en su mayoría para la enseñanza de los temas tienen en cuenta la *motivación del estudiante por aprender*; esta es una tendencia hacia los modelos didácticos constructivistas, puesto que se aplican en su mayoría actividades prácticas, aun cuando no en su proceso formativo como docentes no tiene claridad hacia cual modelo pedagógico se inclinan.

Siguiendo con la línea anterior, los futuros docentes dentro de sus estrategias de enseñanza hacen uso de videos, presentaciones, tablero y marcadores, incluyen también aspectos como la finalidad de la enseñanza que está comprendida en lo conceptual, procedimental y actitudinal y en donde los estudiantes tienen más inclinación hacia la parte conceptual. En lo que se refiere al

proceso de evaluación, existe una mayor tendencia a la evaluación escrita siendo esta de un modelo tradicional, en aspectos cognitivos se busca comprender la organización mental del estudiante y las dificultades que presenta a la hora de aprender. Por último, la Universidad Surcolombiana, dentro de sus concepciones es integral en su área, en tanto que para futuros docentes de Universidades como la Pedagógica de Colombia se destacan por considerar las concepciones previas como forma de aprendizaje significativo.

6.3.5. Enseñanza y estructura de la columna de Winogradsky.

La columna de Winogradsky permite a los docentes la enseñanza y aprendizaje en procesos de la microbiología ambiental, como los ciclos biogeoquímicos, los procesos de intercambios de energía y flujo de electrones, la fotosíntesis bacteriana, la investigación de microbios, su diversidad metabólica, pero también tiene uso en otras aplicaciones como la Biorremediación, la generación de Biohidrógeno, incluyendo enriquecimiento o el aislamiento de nuevas bacterias entre otros como anteriormente se ha mencionado, generado a partir del estudio de los ecosistemas allí desarrollados.

La Columna de Winogradsky es como el "tótem" de la microbiología general, y con buena razón. La columna, está basada en la interacción entre varios grupos específicos de microorganismos, es un modelo de procesos naturales. Las investigaciones de este tipo corresponden especialmente a la fase moderna de investigación de microorganismos "no cultivables". En términos modernos, el método se basa en el concepto del nicho ecológico (funcional) habitado por una especie microbiana adaptada a la vida en este nicho. Más tarde, en otro campo de la biología, el concepto se configuró como el principio de exclusión competitiva de Gauze. Sin embargo, es obvio que Winogradsky basó su método de culturas electivas en este concepto (Zavarzin, 2006).

De esta manera, dependiendo el entorno académico en el que se desenvuelve el sujeto se encuentran concepciones generalizadas de que las bacterias son perjudiciales para la salud olvidándose del papel imprescindible en la naturaleza, también son visibles las falencias de conocimiento en cuanto temas de diversidad acudiendo solo a lo macro como diversidad (flora y fauna) omitiendo los demás organismos vivientes. Para ello supone el docente crear una reorganización en las ideas del alumnado y sociedad.

La función de la columna de Winogradsky no está basada en cómo emergen los organismos sino buscar las especies existentes que quedan por descubrir. Donde no se descartan organismos de bajo crecimiento debido a que cada organismo se desarrolla en un medio particular y bajo condiciones particulares (Zavarzin, 2006).

La columna de Winogradsky debe su nombre a que se utiliza cilindros de plástico o vidrio, y fue aplicada inicialmente por el microbiólogo Sergey Winogradsky, quien se interesó en los organismos del suelo que no son cultivables en los diferentes agares comerciales de hoy en día, los microorganismos viven en comunidades, de las cuales la cooperación y la competencia son características. Para su estudio Winogradsky propuso el "método directo" de observaciones microscópicas *in situ*, por tanto, la columna pasa a ser un medio de cultivo natural que presentaría tres zonas de exposición la zona aeróbica, microaerófila y anaeróbica (ver figura 1), donde se podría estimar una variedad de organismos que requieren de la exposición solar y la adición de fuentes de carbono, sulfato, carbonato de calcio (CaCO_3) y agua propia de la muestra (López, 2008) (ver figura 2).

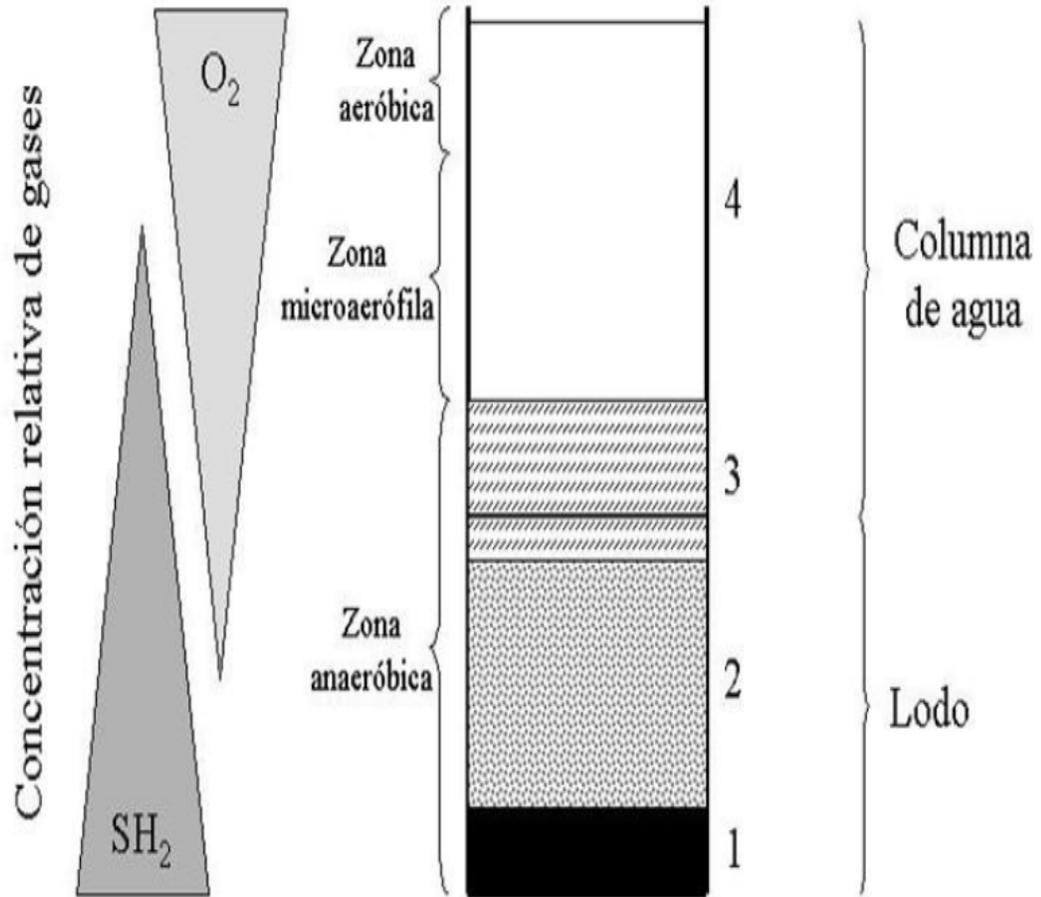


Figura 1. Modelo de construcción de la columna.

Fuente López (2008)



Figura 2. Columna de Winogradsky- poblaciones caracterizadas por coloración (1) Algas fotosintéticas, (2) Bacterias rojas del azufre - *Chromatium spp*, (3) Deposito de sulfuro de metales pesados asociado a la presencia de microorganismos.

Fuente: López (2008)

6.3.6. Secuencia de clase.

El diseño y la experimentación de unidades didácticas se realizan generalmente con materiales de ejemplificación para una enseñanza y aprendizaje con perspectivas socioeducativas como el descubrimiento orientado u autónomo en base a conceptos para la indagación y cambio conceptual, la resolución de problemas, modelización entre otros (Caamaño, 2013)

Cuando se tiene el tema o la temática problema establecida debemos seleccionar los contenidos más pertinentes para enseñar por lo que Rivero et al., (2013) citado en Caamaño (2003) plantean

- Seleccionar e integrar los conocimientos científicos incluyendo los cotidianos para dar solución a lo planteado (Situaciones problema).
- Integrar los conceptos ya seleccionados según su relevancia social con el fin de que el estudiantado realice una reflexión sobre los conflictos y problemas en el mundo que se rodea.
- Ajustar la propuesta desde el diseño hasta finalizar el desarrollo en el mundo que lo rodea.

Tabla 4. Modelo para el diseño de unidades didácticas

Objetivos	Procedimientos
	I. Análisis científico
a) La reflexión y actualización científica del profesor	1) Seleccionar los contenidos
	2) Definir el esquema conceptual
b) La estructuración de los contenidos	3) Delimitar procedimientos científicos
	4) Delimitar actitudes científicas
	II. Análisis didáctico
	1) Averiguar las ideas previas de los alumnos

a) La delimitación de los condicionamientos del proceso de E/A: Educación al alumno	2) Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos 3) Delimitar implicaciones para la enseñanza
III. Selección de objetivos	
a) La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos.	1) Considerar conjuntamente el AC y el AD
b) El establecimiento de referencias para el proceso de evaluación	2) Delimitar prioridades y jerarquizarlas
IV. Selección de estrategias didácticas	
a) La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo del tema	1) Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza
b) La definición de tareas a realizar por profesor y alumnos	2) Diseñar la secuencia global de enseñanza 3) Seleccionar actividades de enseñanza 4) Elaborar materiales de aprendizaje
V. Selección de estrategias de evaluación	
a) La valoración de la unidad diseñada	1) Delimitar el contenido de la evaluación 2) Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema
b) La valoración del proceso de enseñanza y de los aprendizajes de los alumnos	3) Diseñar instrumentos para la recogida de información

Fuente: Autor

Continuando con el enfoque de las diversas unidades, estas pueden ser más conceptuales, investigativas y contextualizadas. Además, deben añadirse situaciones problematizadoras o interrogantes que conduzcan a la búsqueda de soluciones, de reflexión y crítica sobre las concepciones alternativas, y la transformación de concepciones más estructuradas, de debate, argumentación, explicación y aplicación de los saberes obtenidos (Caamaño, 2013).

7. Metodología

En el siguiente apartado se presenta la metodología desarrollada en el proyecto de investigación para los componentes disciplinar y pedagógico. El enfoque empleado fue mixto, abordado de manera cualitativa y cuantitativa. Así mismo, se aplicó un diseño no experimental de tipo transeccional exploratorio y descriptivo.

En cuanto a la etapa disciplinar, se describe el área de estudio o muestreo; geo referenciamos con un GPS marca Garmin Drive 40 MPC los puntos de muestreo e indicamos el proceso de toma de muestras de agua para los parámetros fisicoquímicos y de lodo para la construcción de la columna. También, se exponen los protocolos estandarizados en microbiología ambiental para la fase inicial y se muestra el seguimiento mensual de las columnas. De igual forma, para la obtención de información se ejecutaron protocolos estandarizados en microbiología ambiental para la fase inicial de evaluación como el Manual de prácticas de Microbiología básicas de los autores Bonilla et al., (2016). Posteriormente se contrató servicios con Diagnosticamos S.A.S. Laboratorio clínico, de patología y ambiental, para la estimación de la microbiota cultivable y calidad del agua de la laguna

A su vez en la etapa pedagógica, se usaron técnicas para la recolección de información didáctica como la observación participante, los cuestionarios pre y post debidamente validados por expertos en el campo de la enseñanza de la biología y educación, la intervención por medio de seminarios y la aplicación de trabajos prácticos como la salida de campo y la implementación de la Columna de Winogradsky. Por otra parte, para la sistematización de los datos obtenidos los métodos que se utilizaron fueron el análisis de contenido con la herramienta del software atlas Ti 7 y un análisis estadístico con el software SPSS.

7.1. Enfoque de investigación

La investigación fue propuesta desde una perspectiva mixta, según Pereira (2011), los diseños mixtos son útiles en Educación, Enfermería, Medicina, Psicología y Comunicación, lo que trae consigo la comprensión de los fenómenos en estudio, más aún, si estos involucran tocan campos complejos en donde está involucrado el ser humano y su diversidad.

De este modo, Hernández et al., (2014), califican el método mixto en un proceso sistemático, que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos que requieren de integración y discusión en conjunto para entender el fenómeno de estudio. Así mismo, proponen que las investigaciones mixtas abarcan una perspectiva más amplia y profunda, sus datos son más variados y conducen a una mejor “exploración y explotación de los datos”. A su vez, Pereira (2011), considera este enfoque de investigación adecuado para el ámbito pedagógico y más aún, cuando los investigadores, además de los datos numéricos, buscan una visión más amplia de los participantes, logrando profundizar y comprender mejor la situación o el fenómeno estudiado.

El uso de este enfoque se debe a que en primera medida responde a los diferentes interrogantes de investigación planteados siendo en este estudio ¿Qué microorganismos cultivables presenta la laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, estimados mediante la aplicación de la columna de Winogradsky? y ¿Cuál es la aplicabilidad de la columna de Winogradsky en la enseñanza y aprendizaje de la Microbiología con futuros docentes de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana?, y, en segunda medida, permite la obtención de resultados más holísticos ayudados de un diseño no experimental de tipo transeccional exploratorio y descriptivo.

El diseño mencionado, según Hernández et al., (2006), son investigaciones que recolectan datos en un único tiempo y momento, para describir variables y analizar su interrelación puesto que son estudios que comprenden una exploración inicial a ser generalmente en panoramas nuevos o poco conocidos. Además, en lo que concierne a la descripción, indaga la incidencia de las

modalidades o niveles de una o más variables de una población. Por lo anterior, este diseño se ajusta perfectamente a nuestro trabajo puesto que no se encontraron publicaciones de este tipo a nivel regional o nacional.

7.2. Método de investigación

Para elegir el camino y llevar a cabo la investigación se debe optar por un método, el cual según Nateras (2005), es un requisito indispensable para las investigaciones, ya que a partir de este se obtiene una sistematización que conduce al cumplimiento de los objetivos propuestos.

Siguiendo al mismo autor los métodos se dividen en dos, el método cuantitativo que tiene su origen en el positivismo, indagando hechos o causas de los fenómenos sociales y se vale de técnicas como cuestionarios, inventarios, y todos los que generan datos susceptibles a la estadística; y el método cualitativo tiene su origen en lo fenomenológico, buscando la comprensión de los fenómenos sociales desde el punto de vista del actor, y se vale de técnicas como la observación participante, entrevistas y todo aquello que genere datos descriptivos.

En relación a lo anterior, nuestro estudio se lleva a cabo de manera secuencial ya que en los componentes disciplinar y pedagógico se aplica inicialmente el enfoque cualitativo (al recolectar la información obtenida mediante reconocimiento de la zona de estudio, toma de muestras fisicoquímicas y microbiológicas, aplicación de cuestionarios y salida de campo) y finalmente se aborda la parte cuantitativa (al analizarla los datos mediante índices de calidad del agua, estimación de los microorganismos presentes en la columna, aplicar el software SPSS y ATLAS TI), según esto, Hernández et al., (2014) indica que los diseños que tienen una primera fase de obtención y análisis de datos cualitativos seguida de otra donde se recaban y analizan datos cuantitativos, se denomina Diseño Exploratorio Secuencial (DEXPLOS)

El software SPSS mencionado anteriormente, es descrito por Martínez y Murillo (2014) como un paquete estadístico que permite el manejo y transformación de la base de datos, ideal para modelos multinivel. Adecuado para un estudio correlacional. El cual, según Hernández et al., (2009) es un modelo para estudiar los comportamientos de las variables y evaluarlas, permitiendo describir lo que se está investigando, hasta dar predicciones rudimentarias. Estos estudios se pueden denominar positivos, cuando los sujetos presentan altos valores en una variable, tienden a tener altos valores en otra variable; y negativos cuando los sujetos con altos valores en una variable tienden a mostrar valores bajos que otras variables.

Por otra parte, también hacemos uso del método de análisis de contenido el cual Piñuel (2002), señalan como un conjunto de procedimientos para interpretar los productos comunicativos, que tiene por objeto elaborar y procesar los datos relevantes sobre las comunicaciones, por lo que genera textos de naturaleza socio cognitiva.

Por otro lado, López (2002), señala que el análisis de contenido presenta algunas características en las que se encuentran: no probar teorías o hipótesis, el investigador filtra los datos a sus criterios, no tiene reglas de procedimiento pues se elabora conforme avanza la investigación, pretende ser descriptivo y holístico.

Resulta oportuno decir que el análisis de contenido permite la investigación de todo tipo de documentación y tipos de comunicación, lo que nos ofrece mayores posibilidades para obtener información. Es por ello, que también se requieren de algunos programas o herramientas que nos agilicen el análisis con software como “ATLAS TI” empleado en análisis cualitativos de grandes cuerpos de datos textuales, y cuyo objetivo es ayudar en la sistematización de datos.

7.3. Tipo de investigación

Partiendo del planteamiento del problema que presenta esta investigación, establecimos un diseño de investigación no experimental el cual, según Hernández et al., (2006) se realiza sin manipular deliberadamente variables ya que no construye una situación específica y, se realiza en un tiempo determinado mediante la observación de fenómenos en un contexto natural para su posterior análisis. Este diseño se clasifica a su vez en transeccionales y longitudinales. Para nuestro estudio establecimos el de tipo transeccional o transversal, que, según los anteriores autores, centra su análisis en determinar la relación entre una aglomeración de variables bajo un momento y contexto específico. De este modo, describe y analiza tales variables y su incidencia.

Por otra parte, este tipo de diseño fue aplicado de manera exploratoria y descriptiva con el propósito de conocer el conjunto de variables e indagar la incidencia de los niveles de una o más variables, caso, específico, en el componente disciplinar (análisis de la calidad de agua y estimación de la microbiota cultivable) y en el componente pedagógico (aplicación de la columna de Winogradsky en la intervención didáctica y concepciones de microbiología en el pre-test y post-test), esto conduce a fortalecer procesos investigativos.

7.4. Etapas de la investigación

A continuación, presentamos de manera precisa las etapas de la investigación clasificadas en el componente disciplinar y el componente pedagógico.

7.5. Etapa i: componente disciplinar

7.5.1. Área de estudio

El parque Jardín Botánico de Neiva, se encuentra en Neiva-Huila, en el kilómetro cuatro, vía al Caguán- avenida Max Duque Gómez. Se ubica en una altitud de 471 msnm, en las coordenadas 02° 53.9' 72" N - 75° 16.1' 82" W.

Esta zona natural cuenta con una extensión de 19 ha. 444 m², contando con un lago artificial de 6 ha (ver figura 3), de una profundidad máxima de 6,5 m (variable según las estaciones y años), cubierta de vegetación propia del medio acuático (ver figura 4), allí se origina el nacimiento a la quebrada Matamundo, la cual desemboca en la laguna principal, (Giraldo et al., 2014). Este jardín botánico cuenta con un cercado con postes de cemento y alambre púa siendo este sustituido por cercas vivas.

Por otra parte, el parque tuvo su apertura en 1998 con el objetivo de brindar apoyo en la educación y cultura de la región, favoreciendo la investigación, conocimiento, y sensibilización hacia la protección y conservación de la flora y fauna nativa y exótica (Giraldo et al., 2014).

Por lo anterior, en la actualidad se han realizado investigaciones de la diversidad de flora, y fauna que comprende el jardín, no obstante, reportes de estudios de microorganismos de la laguna no se han establecido hasta el momento.



Figura 3. Fotografía de la laguna del parque jardín botánico de Neiva

Fuente: Autores



Figura 4. Vegetación que recubre la laguna del parque jardín botánico de Neiva, en su mayoría la *Eichornia crassipes*

Fuente: autores

7.5.1.1. Puntos de muestreo

En la primera etapa de investigación se determinaron los puntos de muestreo de la laguna como fueron el punto de nacimiento, muro de contención y proximidad a los senderos; de modo que se lograra hacer una triangulación aproximada de la microbiota cultivable establecida, al igual que tomar los parámetros de la calidad de agua que esta fuente superficial presenta (ver figura 5). De igual manera, (ver tabla 5) se indican las coordenadas de las zonas de donde fueron tomadas con un GPS Garmin Drive 40 MPC.



Figura 5. Puntos de muestreo establecidos en la investigación

Fuente: Francisco Olaya-Atarraya. Ajuste de autores.

Tabla 5. Localización geográfica de los puntos de muestreo

Referencia	Fecha	Coordenadas
Muestra 1	18/09/17	Latitud 2° 53' 47'' N Longitud 75° 16' 3,07'' W
Muestra 2	18/09/17	Latitud 2° 53' 51,33'' N Longitud 75° 16' 21,73'' W
Muestra 3	18/09/17	Latitud 2° 53' 53,92'' N Longitud 75° 16' 16,73'' W

Fuente: autores

7.5.2. Recolección de muestras de agua para análisis fisicoquímico

Para la toma de muestras de agua se visitó el lugar de estudio siendo la laguna del jardín botánico, aquí se contó con un guía para el desplazamiento y ubicación de los puntos.

En este proceso, inicialmente se rotularon los materiales como bolsas ciplok, y galones de 1000 ML, indicando los puntos a los que corresponde y aspectos como fecha, hora, día, lugar, código o enumeración. Luego se realizó un desplazamiento a las respectivas zonas de muestreo, allí se tomaron diferentes parámetros con el medidor portátil digital avanzado HQD de Hach para pruebas en agua de temperatura, pH, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto (ver figura 6)



Figura 6. Medición de parámetros fisicoquímicos con el pHmetro digital portátil HQ40d

Fuente: autores

Siguiendo los procedimientos para la recolección de muestra de agua para parámetros fisicoquímicos de lagos naturales, artificiales, esteros, jagüeyes y estanques, se empleó un galón de aproximadamente 1000 ml (ver figura 7), el cual fue sumergido de manera rápida a la laguna y luego refrigerado en una nevera de icopor con pilas térmicas para, posteriormente ser entregado al laboratorio Diagnosticamos S.A.S, en la división ambiental, quien se encargaría de analizar la calidad del agua bajo la normatividad vigente en Colombia como el IDEAM según resoluciones 1562 del 2017 y 2593 de 2017 para aguas crudas y residuales.



Figura 7. Toma de agua en recipiente de 1000 ml – punto de muestreo 1 de la laguna del parque jardín botánico de Neiva

Fuente: autores

7.5.3. Fase de laboratorio para análisis Físicoquímico

Con relación a la fase de laboratorio para la determinación de los valores correspondientes a los parámetros físicoquímicos que comprende la laguna, se adaptó el procedimiento que se presenta a continuación de Samboni et al., (2007), el IDEAM (2000), y de la asesoría del líder técnico físicoquímico del laboratorio Diagnosticamos SAS Alejandro García Murcia.

Determinación de turbiedad

Dentro del procedimiento para realizar el análisis de la muestra no se tiene en cuenta la preservación de ningún tipo, el único requisito es la asepsia del recipiente. Para el análisis de la turbiedad de la muestra se requiere del equipo electrónico Turbidímetro marca Merck, modelo Turbiquant 3000T, rango de lectura 0,00 – 10.000 NTU.

Antes de iniciar a correr la muestra es necesario que se realice un purgue y una calibración adecuada con algunos reactivos como la suspensión patrón de formazina y dos soluciones; la primera solución consiste en disolver 0,4375 g de sulfato de hidracina $(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4$, en aproximadamente 50 ml de agua ultrapura, la segunda suspensión consiste en disolver 4,3750 g de hexametilentetramina, $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, en agua 50 ml de agua ultrapura.

Cuando las dos soluciones estén listas se mezclan las soluciones I y II en un balón clase A de 200 ml y mezclarlo cuidadosamente, posteriormente se transfiere la solución a un frasco color ámbar y se deja por 24 horas a 25 °C.

Cuando el procedimiento anterior este completado se procede a hacer la medición de estándares y muestras de la siguiente forma:

1. Dejar que las muestras lleguen a temperatura ambiente y agitar.
2. Purgar una celda con la muestra. En una celda adicionar la muestra y tapparla, purgar y desechar su contenido. Repetir la operación.
3. Agregar cuidadosamente la muestra en la celda de tal manera que no forme burbujas. Tapar la celda, enjuagar, secar y limpiar de tal manera que no quede suciedad, ni motas en sus paredes externas.
4. Colocar la celda con muestra en la porta celda.
5. Esperar la respuesta después de 6 segundos. TP0349 (formato acorde a cada laboratorio) y registrar en el formato de Captura FT0349.

6. Retirar la celda, desechar la muestra, enjuagar 3 veces con agua destilada y sacudirla.
7. Diligenciar el formato de uso del turbidímetro y ubicar el valor experimental de los estándares leídos como muestras en las cartas de control correspondientes.

Determinación de sólidos suspendidos totales en agua

Para la determinación de sólidos suspendidos es necesario que la muestra que se tome no contenga muchas partículas flotantes grandes o aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos.

Es preciso aclarar que para la realización de este procedimiento es necesario la preparación de dos estándares de calibración ya preestablecidos, posteriormente se realizan los siguientes pasos:

1. Preparación del filtro o disco de fibra de vidrio: Siempre se debe manejar el disco mediante pinzas metálicas y/o micro espátula metálica. No manipular el filtro con la mano.
2. Marcar cada capsula de aluminio con un número, de forma consecutiva.
3. Colocar el disco sobre el soporte, con el lado rugoso hacia arriba, aplicar vacío.
4. Lavar el disco con tres porciones sucesivas de 20 ml de agua destilada, medidos con probeta.
5. Dejar haciendo el vacío durante 1 minuto adicional para secar el disco.
6. Cuidadosamente y con la ayuda de una microespátula o de unas pinzas, retirar el disco y colocar dentro de la cápsula de aluminio correspondiente.
7. Secar el conjunto (cápsula de aluminio + disco) en el horno precalentado a 105 °C por 1 h.

8. Llevar el conjunto a un desecador y dejar enfriar aproximadamente por 15 minutos, hasta temperatura ambiente.

9. Pesar y registrar el peso del conjunto en el formato correspondiente TF0067, en la columna Tara 1. (formato según el laboratorio)

10. Repetir el ciclo de secado, enfriado y pesado. Registrar en el formato el nuevo peso. Manteniendo el conjunto en un desecador hasta que se vaya a utilizar; registre en columna tara 2.

11. La máxima variación aceptada en el peso del conjunto es de cinco unidades en la cuarta cifra decimal. Si se cumple con este requisito se puede decir que se ha alcanzado peso constante. En caso contrario se debe someter a un nuevo ciclo de secado hasta que se cumpla con el requisito anterior (un tercer ciclo de secado se registra en la columna de observaciones).

Para el procesamiento de la muestra se debe:

12. Sacar del desecador el conjunto correspondiente a la muestra que va a procesar. Instalar el disco en el equipo de filtración. Hacer vacío en el sistema y fijar el disco con una pequeña cantidad de agua destilada.

13. Agitar invirtiendo el recipiente de la muestra varias veces.

14. De la muestra recién agitada, tomar rápidamente una alícuota medida con probeta, transfiera cuantitativamente al filtro y registrar el volumen total filtrado en el formato TF0067. (formato de acuerdo con el laboratorio)

15. Dejar el vacío por un minuto más para retirar el exceso de humedad del filtro.

16. Retirar cuidadosamente el disco con ayuda de una microespátula y colocar en la cápsula de aluminio correspondiente.

17. Secar el conjunto en el Horno a 103-105 °C, durante 1 hora.
18. Llevar el conjunto a un desecador y dejar enfriar aproximadamente por 15 minutos, hasta temperatura ambiente.
19. Pesar y registrar el peso del conjunto en el formato TF0067, en la columna Peso 1.
20. Repetir el ciclo de secado, enfriado y pesado. Registrar en el formato el nuevo peso, en la columna peso 2.
21. La máxima variación aceptada en el peso del conjunto es de cinco unidades en la cuarta cifra decimal. Si se cumple con este requisito se puede decir que se ha alcanzado peso constante. En caso contrario se debe someter a un nuevo ciclo de secado hasta que se cumpla con el requisito anterior (registre el tercer peso en la columna de observaciones).

Determinación de nitratos

Para la determinación de nitratos es necesario que se establezca un parámetro de conservación de la muestra, es decir, si se almacena con H₂SO₄ concentrado por litro se aclara que no será posible analizar los nitritos o nitratos por especie individual.

El equipo de espectrofotómetro es el encargado de realizar el análisis de la muestra para esto es importante realizar barridos con soluciones estándares y estimar la calibración del equipo, sin embargo, se deben realizar 3 procesos para el análisis de la muestra.

1 Preparación de la curva estándar

1.1 Medir 25 ml de cada uno de los estándares de trabajo (Ver Numeral 9) y transfíralos a un Erlenmeyer de 125 ml.

1.2 Adicionar 0.5 ml de solución de HCl 1 N y mezclar muy bien.

2 Preparación de la muestra

2.1 Cuando se tengan las muestras, se deben dejar aclimatar y filtrar solo en el momento del análisis, a través de membrana de acetato de celulosa de 0.45 micrómetros. Las muestras con sólidos suspendidos abundantes se deben filtrar primero con un pre-filtro de fibra de vidrio.

2.2 Filtrar aproximadamente 100 ml de muestra. Con cada lote de muestras analizar un blanco, un duplicado, un estándar (solución estándar) de 0.2 mg/L y uno de 1.0 mg/L.

2.3 Purgar una probeta de 25 ml con la muestra filtrada, blanco o estándar, medir 25 ml y transferirlos a un Erlenmeyer de 125 ml, reservar el resto del filtrado para posibles diluciones.

2.4 Adicionar 0.5 ml de solución de HCl 1 N y homogeneizar.

Determinación de fosfatos

La determinación de fosfatos se realiza por medio de un espectrofotómetro de UV- VIS y una serie de compuestos químicos como ácido sulfúrico al 5N, solución de tartrato de antimonio y potasio, solución de molibdato de amonio, ácido ascórbico; estas soluciones son mezcladas de acuerdo con la cantidad de muestras que se requieran; se necesita de otra solución llamada fosfato monobásico de potasio de 50 mg. Es necesario que la maquina este calibrada por medio de los estándares básicos ya preparados.

Para el procesamiento de la muestra se requieren de 2 proceso generales con sus respectivos pasos a seguir:

1 *Curva de Calibración.* Con los estándares preparados se procede de la siguiente forma:

1.1 Encender el Espectrofotómetro UV-VIS con la lámpara de tungsteno (roja en el equipo), 45 minutos antes de iniciar las lecturas, se debe tener en cuenta el Manual, cuyo diagrama de flujo está ubicado en la pared al lado del equipo. la lectura de fosforo

soluble debe hacerse a 880 nm. Cargar la curva correspondiente a la última preparación de reactivos.

1.2 Verificar que la celda de vidrio de 1 cm este perfectamente limpia, si se observa manchada de color azul se debe dejar en jabón libre de fosforo y enjuáguela perfectamente con agua desionizada, si continua la mancha se debe lavar con ácido sulfúrico 5N y enjuagar con agua desionizada.

1.3 Cuando se inicie la determinación de fosforo, se transfiere una alícuota de 25 ml de blanco y estándares, adicionar 4 ml del reactivo combinado al blanco y estándares mezclar completamente, después de mínimo 10 minutos, pero antes de 30 minutos, leer en el espectrofotómetro.

1.4 Para iniciar las lecturas fotométricas, colocar el blanco de reactivos en la celda, leerlo como blanco, verificar la observación de una línea recta horizontal en el rango de la longitud de onda de los 880 nm, inmediatamente leerlo como estándar y como muestra y codificarlo como BLANCO, la absorbancia debe registrar cifras exponenciales de 10^{-3} y 10^{-4} , continuar con los estándares en orden creciente desde los de más baja concentración, leerlos como estándares y enseguida como muestras. La grafica de absorbancia contra concentración de fosfato da una línea recta que pasa por el origen.

1.5 Almacenar los datos en la carpeta del año correspondiente, en la subcarpeta Fosforo Soluble. Grabar la curva, los estándares y las muestras de dicha curva de calibración, archivándola por la fecha en que se realizó, dos dígitos para día, mes y año (dd/mm/aa), en las carpetas Curvas, Estándares y Muestras respectivamente.

2 *Procesamiento de la muestra*

2.1 Filtración preliminar: Filtrar las muestras para la determinación de fosforo disuelto reactivo, a través de membranas de acetato de celulosa de 0,45 µm. Las muestras de difícil filtración fíltrelas con un pre-filtro de fibra de vidrio.

2.2 Corrección por turbidez o color: El color natural del agua generalmente no interfiere a la longitud de onda empleada. Para aguas altamente coloreadas o turbias, preparar un blanco de la muestra filtrada que presenta esta característica, adicionar a 25 ml de muestra, 4 ml de reactivo combinado modificado (mezclando exclusivamente 50 ml de H₂SO₄ 5N y 15 ml de Molibdato de amonio). Leer este blanco como muestra, registrando el código de la muestra y la palabra BLANCO y a continuación leer la muestra a la que se le ha adicionado el reactivo combinado completo (especificado en el numeral 7.2.6). Reportar el valor de concentración de esta muestra mediante calculo adicional sustrayendo los valores de concentración de muestra y su blanco correspondiente.

2.3 Procesamiento de la muestra: Adicionar a cada muestra 4,0 ml del reactivo combinado y mezcle completamente. Leer en el Espectrofotómetro.

2.4 Cuando se pasa un grupo de muestras se debe correr inicialmente un blanco de reactivos, leerlo como blanco y como muestra, enseguida pasar un estándar de fosfato de baja y luego uno de alta concentración.

2.5 El equipo solicita el código o la rotulación de cada muestra, el cual corresponde al asignado en el consecutivo de radicación al ingreso al laboratorio; dado que en la pantalla se puede observar la absorbancia registrada para cada muestra, verificar que la muestra no sobrepase el rango de absorbancia obtenida en la curva de calibración para el estándar de más alta concentración (1,00 mg/L).

2.6 Almacenar los resultados primarios en el disco duro del computador del espectrofotómetro, en el que queda registrado el nombre del analito, nombre del método, archivo de la curva, ecuación de calibración, LPC, fecha y hora del análisis, nombre del operador, firma, nombre de la muestra, factor de dilución, concentración (mg/L) y absorbancia.

2.7 Por cada lote de hasta 20 muestras, se debe elegir una muestra aleatoria para leerla por duplicado, para lotes de más de 20 muestras de debe leer una por cada 20 muestras según lo indicado en el procedimiento TP0100.

2.8 Registrar los resultados con 2 cifras significativas en la carta de control, verifique que los valores se encuentren dentro del rango de 2 (s) desviaciones estándar por encima ó por debajo, respecto del valor teórico esperado.

Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno

Para el análisis de este parámetro es necesario que la muestra no tenga más de 24 horas de tomada y se preserve a una temperatura de 4 °C preferiblemente en frascos de plástico de polipropileno.

Para este parámetro en específico se requieren de alrededor de 7 procedimientos los cuales son:

1 Preparación del agua de dilución:

1.1 Llenar la garrafa con agua destilada, la necesaria para el análisis, teniendo en cuenta que el gasto aproximado es de 300 ml por botella winkler y se utilizaran, 3 botellas para blanco, 3 botellas para cepa más agua de dilución, 3 botellas para estándar, 4 botellas para muestras y 1,5 L adicionales.

1.2 Reservar el volumen de agua destilada desde el día anterior.

1.3 Airear el agua por dos horas mínimo, utilizando la bomba de los acuarios, que se encuentra disponible en el lugar de trabajo.

1.4 Verificar que la temperatura del agua de dilución sea de 20 °C.

1.5 Controlar la temperatura, midiéndola con el oxímetro a una muestra que se toma en una botella Winkler, repita el proceso hasta llegar a 19 °C

1.6 Agregar 1 ml de cada una de las siguientes soluciones, por cada litro de agua de dilución a preparar: Solución tampón de fosfatos, Solución de sulfato de magnesio, Solución de cloruro de calcio, Solución de cloruro de hierro (III).

2 Criterios para determinar la dilución aproximada de la muestra.

Tabla 6. Criterios para determinar la dilución aproximada de la muestra

Tipo de muestra	Mililitros de muestra
Residuales domesticas crudas fuertes	0,3 – 0,6 – 1,0
Residuales domesticas crudas normales	0,5 – 1,0 – 1,5
Residuales domesticas (estructuras intermedias)	1,0 – 2,0 – 3,0
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento regular)	2,0 – 5,0 - 10
Residuales domesticas tratadas (funcionamiento normal)	5 – 10 – 20
Residuales domesticas tratadas (excelente funcionamiento)	10 – 20 - 50
Residuales lácteas, licores, cervecerías, gaseosas.	Aplicar la formula
Aguas superficiales parcialmente contaminadas	5,0 ...50
Aguas superficiales no contaminadas	50 – 70 – 90 - 100

Fuente: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales - subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental, demanda bioquímica de oxígeno – 5 días, incubación y electrometría pp. 7

3 Alistamiento general

3.1 Alistar 3 botellas por cada muestra, blanco, blanco con cepa y estándar a procesar.

3.2 Diligenciar el formato y registrar el valor de 293 ml que corresponde al valor promedio de las botellas del laboratorio (293+/-4 ml), registrar también el volumen de la alícuota que se tomará de la muestra y la dilución previa realizada en balón aforado, si esta fuera necesaria de acuerdo con los criterios dados (ver tabla 6).

3.3 Adicionar 2 ml de la Cepa o Semilla tomando las precauciones.

4 *Lectura de blanco*

4.1 Alistar tres botellas Winkler, rotularlas como “Blanco” y la fecha de análisis.

4.2 Adicionar agua de dilución hasta la mitad del cuello de la botella.

4.3 Calibrar el equipo de acuerdo con el manual del Oxímetro HACH con la primera botella de blanco a 13% de saturación de oxígeno. (450 m.s.n.m.)

4.4 Leer el oxígeno inicial de los blancos, llenar totalmente dejando el sello hidráulico (pequeña película de agua para impedir el intercambio de oxígeno entre la botella y el ambiente)

4.5 Leer las otras dos botellas de blancos como muestras y registrar los datos en el formato TF 0025 e incube a 20 °C por cinco días. (formato TF 0025 de acuerdo al laboratorio)

4.6 Utilizar una de las botellas del blanco para calibrar el oxímetro al quinto día y leer el oxígeno disuelto residual de los blancos, blanco con cepa, estándares y muestras.

5 *Lectura de blanco con adición de cepa*

5.1 Alistar tres botellas Winkler

5.2 Rotular las botellas como “Blanco + cepa” y la fecha de análisis.

5.3 Adicionar 2 ml de cepa o semilla.

5.4 Adicionar agua de dilución solamente hasta la mitad del cuello de la botella para que al introducir el electrodo no haya pérdida de muestra.

5.5 Leer el oxígeno inicial de los blancos con adición de cepa, llenar totalmente dejando el sello hidráulico (pequeña película de agua para impedir el intercambio de oxígeno entre la botella y el ambiente)

5.6 Registrar los datos en el formato e incube a 20 °C por cinco días.

5.7 Al quinto día leer el oxígeno disuelto residual.

6 *Lectura de estándar (solución buffer)*

6.1 Alistar tres botellas Winkler

6.2 Rotular tres de las botellas como “Estándar 198 mg/L” (“Estándar 19,8 mg/L este estándar no se procesa como control hasta que se autorice su utilización) y la fecha de análisis.

6.3 Adicionar 2 ml de cepa o semilla.

6.4 Adicionar 6 ml del estándar correspondiente.

6.5 Adicionar agua de dilución solamente hasta la mitad del cuello de la botella para que al introducir el electrodo no haya pérdida de muestra.

6.6 Leer el oxígeno inicial de los estándares, llene totalmente dejando el sello hidráulico (pequeña película de agua para impedir el intercambio de oxígeno entre la botella y el ambiente).

6.7 Registrar los datos en el formato e incube a 20 °C por cinco días.

6.8 Leer el oxígeno disuelto residual a los 5 días de incubación.

7 *Procesamiento de la muestra*

7.1 Después de establecer la cantidad de muestra que se necesita de acuerdo con las diluciones a realizar, se debe agitar la muestra para la homogenización completa y servir en un vaso de precipitados la muestra, ajustar el pH de la muestra entre 6,5 y 7,5 con ácido sulfúrico

1 M o hidróxido de sodio 1 M, según sea el caso, dosificando estos reactivos con una pipeta Pasteur que dosifique gotas muy pequeñas. (Punta en buen estado)

7.2 Alistar cuatro botellas Winkler

7.3 Rotular las botellas con el número de muestra, la dilución correspondiente y la fecha de análisis. Para determinar la dilución aproximada se deben seguir los criterios de dilución de muestras.

7.4 Registrar en el formato el volumen real de la botella Winkler impreso en la botella usada.

7.5 Adicionar a cada botella la cantidad de muestra que se ha establecido, si se requiere hacer dilución se debe realizar en un balón aforado clase A ó B agite y vierta en la botella la cantidad requerida.

7.6 Adicionar 2 ml de cepa.

7.7 Adicionar agua solamente hasta la mitad del cuello de la botella, para que al introducir en el electrodo no haya pérdida de muestra.

7.8 Leer el oxígeno inicial de las cuatro botellas de muestra, llenar totalmente dejando el sello hidráulico (pequeña película de agua para impedir el intercambio de oxígeno entre la botella y el ambiente)

7.9 Si al medir el oxígeno disuelto inicial, ha descendido a menor de 6, se debe preparar otra botella utilizando un volumen de muestra menor.

7.10 Registrar los datos en el formato e incube a 20 °C por cinco días. Al quinto día lea el oxígeno disuelto residual y calcule la DBO₅ con los resultados obtenidos (ver ecuación en Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - subdirección de hidrología -

grupo laboratorio de calidad ambiental, demanda bioquímica de oxígeno – 5 días, incubación y electrometría).

Determinación de *Escherichia coli* y Coliformes totales en agua

Para la conservación de la muestra es necesario que se tomen en botellas de vidrio esterilizadas con capacidades de 100 ml y adición de tiosulfato de sodio, es importante no llenar por completo el recipiente y tomar las máximas medidas antisépticas para lograr un óptimo resultado.

Para la realización de este parámetro es necesario se proceda a fabricar el agar Chromocult, agua peptonada tamponada al 1% y E.DTA al 15% de la siguiente forma:

1. Agar Chromocult

1.1 Disolver 26.5 g en 1L (1000ml) de agua destilada estéril, colocar la cantidad de medio de cultivo en un vaso de 100 ml al cual se le va agregando agua y con la varilla de vidrio se va mezclando, esta solución se transfiere al balón hasta disolver todo el medio de cultivo, se deja 10 minutos en reposo

1.2 Colocar este balón en una plancha eléctrica con la temperatura en medio, se debe seguir agitando. Tome el balón por el cuello con guante de carnauba, se coloca nuevamente el balón en la plancha y se realiza hasta que el medio de cultivo este disuelto completamente, es decir que se observe transparente. No se debe dejar sobrecalentar (hervir) ni se puede autoclavar.

1.3 Retirar y permitir que enfrié hasta temperatura de 42 a 50 °C. Servir en las cajas de Petri pequeñas, aproximadamente un volumen de 10 ml.

1.4 Para servir se debe colocar los mecheros encendidos alrededor y esterilizar toda el área.

1.5 Dejar que se solidifique y envolver en vinipel por grupos de 4 cajas, coloque el rotulo, realizar el control de calidad por lote y los demás llévarlos a la nevera a 4 °C.

2. *Agua de peptona tamponada al 1%*

2.1 Disolver 1.0 g en 100 ml de agua destilada estéril. Realizar el procedimiento anterior pero cuando esté disuelto completamente se deja enfriar, esterilizar a 121 °C por 15 minutos a 15 psi.

2.2 Cuando el tiempo de esterilización ha transcurrido, el suministro de vapor debe apagar y permitir que la presión disminuya lentamente. Sacarlos de la autoclave cuando la presión este en cero.

2.3 Cuando este de nuevo frio colocar 100 ml, medir con pipeta de 100ml clase A, y envasarlo en frascos para dilución Schott, colocar los mecheros y el área estéril, envolver en grupo de 4 frascos en vinipel y colocar el rotulo, realizar el control de calidad. Los demás frascos se llevan a la nevera a 4 °C.

2.4 El rotulo de identificación debe llevar además la fecha de vencimiento lo cual es exigido por la reglamentación vigente de la FDA, nombre, lote y quien lo preparo.

3. *E.DTA al 15% (Ácido etilendiamino tetracético)*

3.1 Pesar 15 gramos de EDTA 0.1 M, disolver en 100 ml de agua destilada. Esterilizar a 121 °C por 15 min a 15 psi. Tiosulfato de sodio al 0.025 N.

3.2 Pesar 6.205 de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y disolver en 1000 ml agua destilada y esterilizar a 121 °C por 15 minutos a 15 psi.

Es preciso aclarar que mediante los anteriores procedimientos que se deben realizar, de acuerdo con la normatividad del IDEAM es necesario que se realicen controles de calidad para *E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Peudomona aeruginosa*, *Staphyloccocus aerogenes*, estas se deben realizar en medio de cultivo Agar Plate count por medio de repiques.

Para el procesamiento de la muestra esta se divide en 3 fases:

1. Fase Pre-analítica:

1.1 Se prepara una cantidad de agua peptonada al 1% dependiendo del volumen que se va a utilizar (Ya preparada)

1.2 Se esterilizan los frascos Schott y las cajas de Petri 121 °C por 15 minutos y 15 psi

1.3 Se esterilizan embudos, frizas, pinzas a 121 °C por 15 minutos.

1.4 Se prepara el medio de cultivo Chromocult. (Ya preparado)

2. Fase analítica:

2.1 Desinfectar completamente el área de trabajo. Verificar que todo el material a utilizar este completamente estéril.

2.2 Colocar el portafiltro estéril sobre la base del manifold, poniendo primero la goma de caucho de color azul luego va la friza, la membrana y por último el embudo el cual debe ser bien enroscado para que no se salga la muestra cuando la introduzca.

2.3 Con las pinzas estériles (pasada por alcohol antiséptico y un segundo por el mechero) colocar la membrana de celulosa estéril con la cuadrícula hacia arriba sobre la

friza. Con mucho cuidado colocar el embudo sobre la friza y fijarlo, llenar el embudo con los 100 ml de la dilución escogida según el cuadro (ver figura 8).

2.4 Se alistan dos frascos Schott con 100 ml de agua de peptona tamponada estéril al 1% como mínimo para cada muestra. De acuerdo con las diluciones que vaya a realizar, extraer del frasco que contiene el agua de peptona un volumen igual al determinado de acuerdo con la dilución.

2.5 Mezclar bien la muestra y restituye el volumen original con la alícuota de la muestra, utilice pipeta automática y punta estéril, mezcle muy bien antes de realizar la siguiente dilución.

2.6 Realizar las diluciones. (ver figura 8)

CUADRO SERIES DE DILUCIÓN PARA AGUAS			
Tipo de Dilución	Volumen de muestra (mL)	Volumen final (mL)	Dilución
I	10	100	-1
II	1	100	-2
	0.1	100	-5
	0.1	100	-8
III	0.1	100	-3
	0.1	100	-6
	0.1	100	-9
IV	1	100	-2
	1	100	-4
	0.1	100	-7

Figura 8. Cuadro de serie de dilución para aguas

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - subdirección de hidrología - grupo laboratorio de calidad ambiental, coliformes totales y *E. coli* por el método de filtración por membrana en agar chromocult

2.7 Filtrar a través de la membrana. Cuando haya pasado todo el líquido adicione más agua de peptona para hacer un enjuague de las paredes del embudo y aplique vacío de nuevo.

2.8 Cuando se termina de filtrar, se deben cerrar las llaves del manifold, se apaga la bomba de vacío, se retira el embudo, se toma la membrana con las pinzas estériles y se coloca sobre una caja de Petri que haya marcado con anterioridad (código de la muestra, y la dilución correspondiente).

2.9 Incubar la caja en posición invertida y dejarla por 24 horas a 36 °C al cabo de este tiempo leer el número de colonias resultantes.

3. Fase Post-analítica:

3.1 Se realiza la lectura. (ver tabla 7)

Tabla 7. Coloraciones de las colonias

Tipos de colonias	Color de colonia
Coliformes totales	Rojo salmón
<i>E. coli</i>	Azul oscuro
Otros Gram	Transparentes
Negativos	Crema

Fuente: IDEAM

3.2 Se cuentan las colonias de acuerdo con el color cuando el medio posee menos de 200 UFC/100 ml.

3.3 *Recuento para Coliformes totales:* Contar todas las colonias, las de color rojo salmón más las azules oscura. El resultado se obtiene por la multiplicación del número total de colonias de la caja más representativa por el inverso de la dilución utilizada. El resultado debe ser presentado con dos cifras significativas.

3.4 Contar las colonias individuales en aquellas que poseen aspecto de colonias y crecen muy cerca unas de otras, sin tocarse, siempre que la distancia entre ellas sea al menos igual

al diámetro de la colonia más pequeña. Contar como una unidad, las cadenas de colonias que parezcan ser consecuencia de la desintegración de un grupo de bacterias. Las colonias que se forman como una película entre el agua y el borde de la superficie del agar cuando no se filtra bien, se deben contar como una sola

3.5 *El recuento para E. coli:* Se cuenta solamente las colonias que presenten color azul oscuro-violeta sin tener en cuenta las de Coliformes totales (rojo salmón).

3.6 Se confirman las colonias de *E. coli* dudosas realizando la prueba del indol, agregando 2 gotas de reactivo de Kovacs, el cual produce un halo rojo alrededor de la colonia. También se puede confirmar con la prueba de *Bactident E. coli*.

7.5.4. Toma de muestras de lodo y construcción de la columna

La visita al parque jardín botánico de la capital del Huila se llevó a cabo a inicios del presente año, cuando la temporada de lluvias era baja. En este espacio, se tomaron las medidas de campo necesarias como son los aspectos de seguridad y materiales de registro de la información. Previamente se estableció tomar dos réplicas de cada punto.

Para tomar las muestras se entró a la laguna hasta donde se evidenció aproximadamente 50 cm de profundidad y después con la ayuda de una pala se extrajo el material preciso y suficiente del fondo de esta. El sedimento obtenido fue tamizado, nutrido y puesto en columnas de plástico para la realización del montaje, adicionalmente se agregó un poco de agua del mismo punto. El procedimiento que se presenta a continuación fue tomado de López (2008) y Moreno et al., (2012) (ver figura 9).

1. Se tienen los materiales y reactivos listos tales como:
 - Botella de plástico de 250 ml de contorno liso, previamente cortada a 13 cm de altura respecto a su base.

- Recipiente mediano de boca ancha (para mezclar)
 - Colador
 - Muestra de sedimento (lodo o tierra)
 - Material orgánico (cáscara de tomate, de banano, de papa o celulosa, etc.)
 - Cáscara de huevo molido y seco
 - Banda elástica
 - Papel film y de aluminio
 - Reactivos (5g de CaSO_4 , 1g de $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, 1g CaHPO_4)
2. Se saca el sedimento y se tamiza con un colador con el fin de que no quede material sólido como raíces, rocas, plantas o desechos.
 3. Se mezcla en un recipiente el sedimento con 5g de celulosa, 5g de cáscara de huevo, 5g de CaSO_4 (yeso), 1g de $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (urea), y 1g de CaHPO_4 .
 4. Se agrega la mezcla en la botella de plástico evitando la formación de burbujas de aire y completamos con agua de la misma zona.
 5. Se coloca papel film en la superficie y se ajusta con una banda elástica.
 6. Se cubre la columna con papel aluminio para protegerla de la luz y se deja en reposo durante una semana en un espacio oscuro.
 7. Posterior a la semana se quita el papel aluminio y se traslada la columna de Winogradsky a una fuente de luz contante la cual puede ser luz solar. Para una iluminación en todas las zonas se gira constantemente la columna.



Figura 9. Procedimiento realizado en la toma de muestras de sedimento y construcción de la columna de Winogradsky

Fuente: autores

Una vez se realizó el montaje de las columnas se procedió al periodo de incubación con luz solar y temperatura ambiente. Durante este tiempo se hizo un seguimiento constante el cual fue registrado (ver tabla 8) cada quince días (semanas 1 y 3 de cada mes) completando un total de 4 meses.

Tabla 8. Formato de seguimiento de la columna de Winogradsky aplicado durante 4 meses

Observaciones y Tiempo	Zona y Réplica	Zona de la Columna	Características Morfológicas de las Colonias	Caracterización de la Diversidad Metabólica	
Mes 1: Semana 1	1:1,1	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	1:1,2	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	2:2,1	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	2:2,2	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
3:3,1	Aerobia				
	Microaerobia				
	Anaerobia				
3:3,2	Aerobia				
	Microaerobia				
	Anaerobia				
Mes 1: Semana 3	1:1,1	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	1:1,2	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	2:2,1	Aerobia			
		Microaerobia			
		Anaerobia			
	2:2,2	Aerobia			
		Microaerobia			
			Anaerobia		

	Aerobia
3:3,1	Microaerobia
	Anaerobia
	Aerobia
3:3,2	Microaerobia
	Anaerobia

Fuentes: autores

Siguiendo con la línea anterior, la descripción cualitativa, se realizó teniendo en cuenta las tres zonas existentes y las pigmentaciones generales derivadas del metabolismo de los organismos presentes. Se analizaron las coloraciones de los estratos desarrollados en las columnas correspondientes a los tres puntos de muestreo y se clasificaron los posibles microorganismos de acuerdo con lo planteado por Moreno et al., (2012), Rogan et al., (2005) y Madigan et al., (2009). (Ver figura 10) (Ver tabla 9).

Este proceso se llevó a cabo durante un periodo de 4 meses desde el día de la construcción

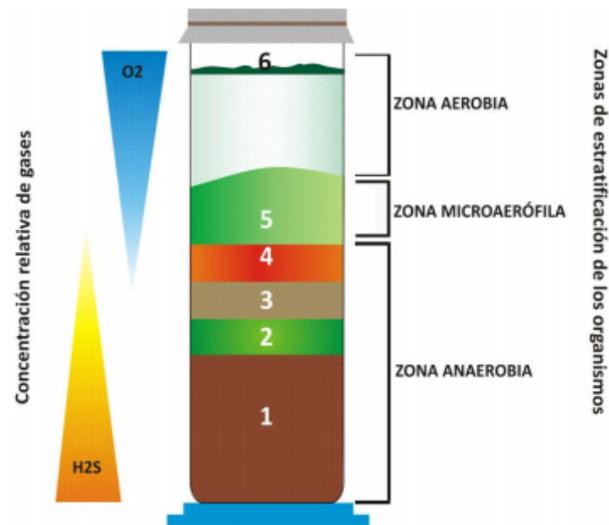


Figura 10. Esquema de una columna de Winogradsky indicando sus tres zonas principales con su diferente estrato: organismos reductores y fermentadores (estrato 1) – bacterias verdes del azufre (estrato2) - bacterias púrpuras de azufre (estrato 3)- bacterias púrpuras no del azufre (estrato4) – bacterias sulfo oxidatorias aerobias (estrato5) – fototrofos oxigenicos (estrato6)

Fuente: Lopez (2008)

Tabla 9. *Identificación de posibles microorganismos en base a las coloraciones de los estratos*

Color	Microorganismos
Verde	Algas y Cianobacterias
Rojo/Marrón	Cianobacterias o Tiobacilos
Rojo/Púrpura	Bacterias púrpuras no del azufre
Blanco	Bacterias sulfo-oxidadoras
Rojo/Púrpura	Bacterias púrpuras del azufre
Verde	Bacterias verdes del azufre
Negro	Bacterias sulfo-reductoras o fermentadoras

Fuente: Lopez (2008)

A su vez, se tomaron registros fotográficos que fundamentaran las observaciones y otorgaran mayor claridad o soporte a los resultados obtenidos.

7.5.5. Fase de laboratorio para análisis microbiológico

Por otra parte, al terminar los cuatro meses de observaciones macroscópicas de las coloraciones de la Columna de Winogradsky, se procedió a realizar la fase de laboratorio en las instalaciones de Diagnosticamos S.A.S. para la identificación de la microbiota cultivable, la cual fue aplicada a partir del manual de prácticas de laboratorio de microbiología básica de Bonilla et al., (2016), del Manual de protocolos de microbiología general de Cuervo (2010) y de la asesoría de la bacterióloga Rosario Ortiz Martínez. De esta manera el procedimiento fue:

1. Se preparan los instrumentos de laboratorio y reactivos necesarios para trabajar.

Estos fueron:

- Columnas de Winogradsky
- Mecheros
- Papel kraft

- Lápiz de cera rojo
- Tubos de ensayo
- Cuchillas
- Jeringas
- Agua destilada
- Porta objetos y cubre objetos
- Solución salina
- Lugol
- Safranina
- Alcohol cetona
- Asa metálica bacteriológica de punta curva

2. Se señala en las columnas con un lápiz de cera rojo las colonias de diversas coloraciones a analizar.

Toma de muestras en fresco de la zona superficial de la columna

3. Se rotulan los portaobjetos, se toma una gota del agua de la columna (zona aerobia) y se depositan en la parte superior e inferior de este. Se procede a añadir lugol en un extremo y solución salina en otro.

4. Seguidamente se lleva al microscopio para observación.

Extracción de pigmentaciones, diluciones seriadas y recuento de células viables

5. Posteriormente, se realiza un corte con una cuchilla quirúrgica desechable estéril en los puntos rotulados de la columna y con una jeringa se extrae alrededor de 0,5g de la muestra.

6. Se colocan 6 tubos de ensayo en una gradilla, se rotula con 10-2, 10-3, 10-4, 10-5 y 10-6, y uno como muestra control.
7. Se ponen 0,5g de muestra sólida de las pigmentaciones en 5ml de solución salina al 0,9%, en el tubo de ensayo control (Se agita hasta homogeneizar).
8. En otra sección se toman 10 g de lodo y se coloca en 90 ml de solución salina al 0,9%.
9. Se toma 1ml de esta dilución y se transfiere a un tubo de ensayo con 9ml de solución salina (marcado como 10-2).
10. Seguidamente, del tubo 10-2, se toma 1ml y se transfiere a otro tubo con solución salina. Se marca y se repite el procedimiento hasta llegar a la dilución 10-6 (ver figura 11).

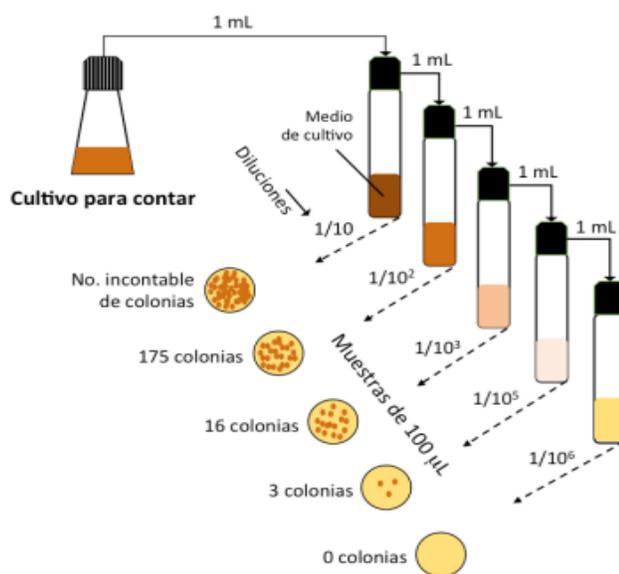


Figura 11. Técnica de dilución para conteo en placa de microorganismos

Fuente. Bonilla et al., (2016)

El objetivo de realizar este método de diluciones seriadas es conocer el número de microorganismos viables que pueden multiplicarse en un medio de cultivo (Negroni, 2009).

Tinción de Gram

La tinción de células es una importante herramienta usada en el área de la biología. Esta ha permitido hacer una clasificación de las bacterias en dos grandes grupos: Gram positivas y Gram negativas, Durante la tinción, las bacterias **Gram positivas** se tiñen de **morado**, mientras que las bacterias **Gram negativas** toman una coloración **rosa o roja** (ver figura 12).

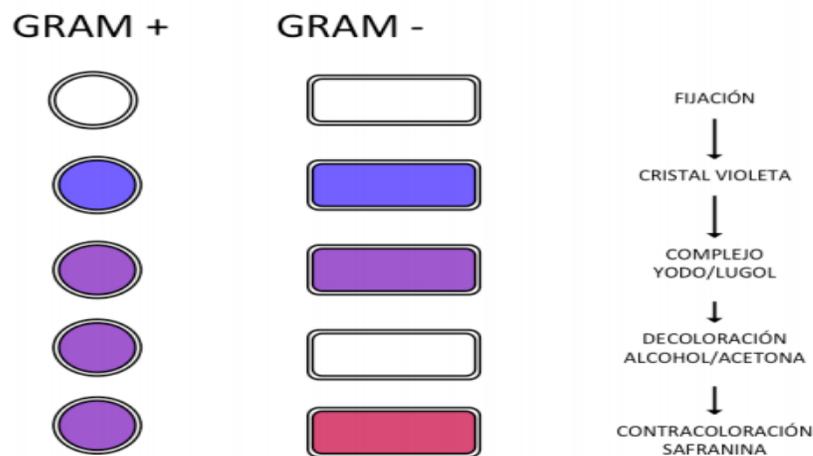


Figura 12. Colorantes de tinción de Gram

Fuente: Bonilla, et al., (2016)

11. Se toma una gota de la dilución a caracterizar, se expande en una placa portaobjetos y se deja secar al aire.
12. Se cubre la preparación con cristal violeta por 1 minuto.
13. Se lava con agua destilada y se cubre con solución de yodo (Lugol de Gram) por 1 minuto.

14. Se lava de nuevo y se decolora con alcohol cetona por 10 segundos.
15. Se aplica agua destilada y se cubre con safranina por 1 minuto.
16. Finalmente se vuelve a lavar y se observa al microscopio.
17. El análisis microscópico se hizo mediante la clasificación en: Cocos Gram positivos, Cocos Gram negativos, Bacilos Gram positivos y Bacilos Gram negativos.

Medios de cultivo y estimación de la microbiota cultivable

En esta etapa se contrató servicios con el laboratorio Diagnosticamos S.A.S. , el cual cuenta con certificación, espacios adecuados, procedimientos estandarizados para la identificación de los microorganismos y equipos completamente automatizados que optimizan el trabajo como el equipo VITEK 2-Compact (ver figura 13), que funciona con un software Vitek Advanced Expert System, que garantiza la identificación microbiana ya que tiene una base de datos que detecta un amplio rango de microorganismos.



Figura 13. Equipo de identificación de microorganismos VITEK-2 COMPACT

Fuente: Diagnosticamos (2018), tomado de la página web <http://www.diagnosticamos.com/clinico/equipos.html>

Teniendo en cuenta el objetivo de la investigación y luego de que se realizaron los montajes en fresco y tinciones de Gram, se procedió a la preparación de medios de cultivo, siembra, repique e identificación.

Preparación de medios de cultivo

Este protocolo se adaptó a partir de Bonilla et al., (2016) y de las observaciones de la líder en microbiología del laboratorio Diagnosticamos Rosario del Pilar Ortiz Martínez.

1. Autoclavar el material a utilizar.
2. Pesar la cantidad de agar deseada (según indicaciones del agar) con una espátula esterilizada procurando no contaminar el medio de cultivo. Seguir indicaciones del agar.
3. Medir el volumen de agua deseado con una probeta en un Erlenmeyer (Para volúmenes pequeños usar pipetas serológicas).
4. Colocar en una plancha con agitador magnético el Erlenmeyer, agregar lentamente el agar pesado y demás reactivos hasta disolver.
5. Durante la preparación medir el pH y temperatura de la solución, posteriormente sellar el Erlenmeyer con gasa como tapón y aluminio.
6. Autoclavar a 1 atm de presión y temperatura de 121 °C por 15 a 30 minutos.
7. Una vez esterilizado el medio de cultivo enfriar en un baño maría hasta verterlo en las cajas de Petri (para evitar la formación de vapor de condensación en las tapas de las cajas).
8. Limpiar la superficie de trabajo con alcohol, prender mecheros y trabajar cerca de la flama, aproximadamente entre 10-15 cm en el área aséptica, o de preferencia dentro de la cabina de flujo laminar. Para verter el medio en las cajas de Petri, abrir los

Erlenmeyer y las cajas en condiciones asépticas y verter aproximadamente 25 ml de medio por caja, tapar y dejar solidificar.

9. Realizar pruebas de contaminación para comprobar la esterilización y manipulación correcta de los medios de cultivo preparados:

10. Colocar las cajas de Petri en posición invertida en la incubadora a 35 °C durante 24 a 48 horas.

11. Revisar las cajas para detectar la presencia de contaminantes: aparición de turbidez, nata superficial o formación de colonias en la superficie de los medios.

Siembra de muestras

1. Esterilizar el área de siembra, desinfectando con hipoclorito de sodio al 2 % y realizar todo el procedimiento colocando los mecheros encendidos.

2. Rotular las cajas de Petri y establecer la técnica de siembra

3. Realizar la siembra de cada una de las muestras en agar Plate Count con un asa bacteriológica previamente esterilizada, mediante la técnica de agotamiento por estrías con el fin de obtener cultivos puros.

4. Llevar las cajas de Petri en posición invertida a la incubadora por 48 horas a una temperatura de 37 °C.

5. Luego de este tiempo, retirar el material de la incubadora y dejarlo a temperatura ambiente unos minutos y luego mantenerlo en la nevera a temperatura de 4°C

6. Posteriormente, observar el crecimiento de las colonias y registrarlo como: (-) no hay crecimiento, (+) poco crecimiento, (++) crecimiento regular y (+++) crecimiento abundante. Tener en cuenta si estas son iguales o diferentes.

7. Realizada la observación, se procede a hacer repique, por lo que se siembra en agar SPS (Sulfito Polimixina Sulfadiazina) colonias características de los cultivos anteriores y que presentaron mayor número.

8. Llevar a incubadora por 24 horas a 36 °C. Dejar a temperatura ambiente y luego pasar a nevera a 4 °C .

9. Observar las colonias que crecieron y pasar a un tubo con solución salina para homogeneizar.

10. Finalmente identificar las colonias clasificadas mediante el equipo Vitek-2 Compact.

7.6. Etapa 2: componente pedagógico

7.6.1. Área y población de estudio

Esta etapa fue llevada a cabo en el segundo semestre del 2017, en la Universidad Surcolombiana, en la Facultad de Educación y su Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología la cual ha sido acreditada de alta calidad lo que le confiere mayor visibilidad a nivel nacional e internacional, permitiéndole a docentes y estudiantes más facilidad para compartir sus trabajos en instituciones y eventos reconocidos al interior y exterior del país.

La licenciatura tiene entre sus áreas de la ciencia, el curso de Microbiología, el cual estudia las características morfológicas, fisiológicas, en el ambiente y la salud de los organismos microscópicos, al igual que resalta la importancia de estos en la evolución, el equilibrio de los ecosistemas y en los procesos biotecnológicos e industriales de fermentación. Este seminario también realiza prácticas de laboratorio, en donde el estudiantado aplica los conocimientos adquiridos de la teoría y construye los aspectos procedimentales.

En cuanto a la población de estudio, se contó con 30 estudiantes de los cuales solo 22 participaron de manera activa de las actividades implementadas en la intervención. Estos se encuentran en segundo, tercero y cuarto semestre de la licenciatura.

7.6.2. Construcción y validación del cuestionario

Para el desarrollo de esta fase se realizó una revisión del microdiseño curricular del curso y bibliografía de Microbiología y de la Enseñanza-Aprendizaje de esta. A su vez, se diseñó un permiso de consentimiento informado el cual fue firmado por los futuros profesores para el uso de la información suministrada.

Posteriormente, se contruyó un cuestionario como técnica de recolección de información, que comprende preguntas abiertas y situaciones problemas. Según García (2003), los cuestionarios son un procedimiento utilizado para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación, evaluación y recolección de datos como las concepciones de personas, de forma rápida y económica Este test fue validado por tres docentes expertas en el área de las ciencias y la educación (anexo 2).

De acuerdo con lo anterior, el cuestionario o test aplicado comprende los siguientes interrogantes:

1. ¿Qué sabes sobre microorganismos? Explícalo y represéntalo con un dibujo
2. Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a:
 - 2.1. Morfología
 - 2.2. Fisiología
 - 2.3. Ecología y medio ambiente
 - 2.4. En el área de la salud
 - 2.5. En la industria alimentaria

3. Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí ¿cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?

4. ¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?

5. Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no:

5.1. ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?

5.2. ¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?

6. ¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? ¿por qué?

7. Imagina que estás en una Institución educativa dando una clase de microbiología, para ello:

7.1. ¿Qué materiales o actividades emplearías para el desarrollo de la clase?

7.2. ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?

7.3. ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?

8. ¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza-aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?

7.6.3. Aplicación del cuestionario o test

Este cuestionario o pre-test se aplicó en la primera sesión de clase, luego de haber hecho firmar el consentimiento informado que tiene como finalidad el uso de los datos suministrados en la intervención pedagógica en fines educativos (ver anexo 3). Por medio del test, se indagaron las concepciones previas o alternativas del estudiantado, construidas a partir de las experiencias académicas, sociales o culturales

De igual modo, al finalizar la intervención o segunda sesión se aplicó nuevamente el cuestionario o pos-test con el objetivo de conocer si hubo un desarrollo cognitivo que permitiera la transformación de concepciones previas a estructuradas.

Para la sistematización y análisis de los resultados, se hizo una clasificación por categorías y subcategorías a las cuales se asignaron valores de acuerdo con la estructuración de la respuesta. Seguidamente, para el pre-test se optó por aplicar el Software de Microsoft Excel para la obtención de gráficas y a su vez, para la comparación entre el pre-test y pos-test se usó el software IBM SPSS Statistics 22, como método para la obtención de diferencias de medias significativas que darán validez a las hipótesis planteadas.

7.6.4. Intervención didáctica

Durante este proceso de seminarios académicos, aparte de los formatos de obtención de información o actividades aplicadas, también se utilizó la observación participante y el ejercicio de práctica investigativa en el cual estableció una interacción con los futuros docentes de forma natural

y no instructiva. De este modo, como lo señala Cruz (2007), debe existir un contacto directo entre el investigador y el fenómeno observado para obtener una realidad de su contexto.

Con lo anterior, la intervención didáctica se aplicó en dos sesiones de clase (tres horas cada una), del curso de Microbiología con el permiso previo de la titular de la asignatura. Durante este espacio se explicaron las temáticas de “*Metabolismo*” y “*Nutrición*” correspondientes al microdiseño curricular mediante diapositivas, videos como uso de las TICS y estrategias pedagógicas como lecturas, trabajos en grupo, situaciones problematizadoras, y panel de discusión de las respuestas suministradas.

Para la explicación de estos temas se seleccionaron tópicos vinculados a los ciclos biogeoquímicos, glucólisis, ciclo de Krebs, metabolismo fermentativo y oxidativo, y la columna de Winogradsky, entre otros aspectos.

A continuación, se indican algunas de las lecturas y actividades abordadas en la guía denominada “*Pequeños gigantes*” *Explorando un mundo ecológico*:

Sesión 1 – guía 1 (anexo 4)

Actividad 1: *“El misterioso halo naranja”* Durante una práctica extramuros, unos estudiantes de la Universidad Surcolombiana en su travesía visitaron unas termales de origen volcánico, cuando llegaron hasta la vertiente de la termal, observaron un halo naranja sobre las superficies, a un grupo de estudiantes les pareció interesante realizarles un estudio, por lo que tomaron una muestra para llevar. De esta manera en el laboratorio, se procede a realizar disoluciones en 5ml de H₂O, para inocularla en tubos de ensayo con agar Cled, el cual seleccionaron porque este es un medio de cultivo general que permite el crecimiento de toda clase de microorganismos. Sin embargo, pasados los días observaron que los microorganismos no presentaron crecimiento.

Leer la situación problematizadora “**El misterioso halo naranja**”, luego responder las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuál sería el fallo de los estudiantes en cuanto a la inoculación o siembra de la muestra? ¿Por qué?
- b. ¿Qué factores de crecimiento o ambientes se debieron tener en cuenta al aplicar la siembra? Argumenta la respuesta.
- c. ¿Qué crees que hubiese sucedido, si los estudiantes utilizaron otros medios de cultivo? Argumenta tu respuesta
- d. ¿Consideras que la coloración naranja es debido a sustancias existentes en el ambiente o el agua? ¿Por qué?

Actividad 2: Realizar la lectura “**La ecología microbiana se hace mayor de edad**”, Seguidamente responder las siguientes preguntas (anexo 5):

- a. ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?
- b. ¿De qué manera crees que contribuyen los microorganismos en el equilibrio de la naturaleza? Imagina y plantea como sería un mundo sin microorganismos.

Sesión 2 – guía 2 (anexo 6)

Actividad 1: Socializar la lectura “**Winogradsky y la quimiolitotrofia**” (anexo 7) y responder las siguientes cuestiones.

- a. Explica la oxidación del siguiente proceso $H_2S \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$
- b. La reacción (redox) ocurre debido que el microorganismo que se desarrolla necesita H_2S como principal fuente de energía

Actividad 2: “Bacterias trabajadoras de metales” En 1947 una empresa minera gastaba, mucho dinero en su maquinaria por el constante deterioro que sufrían los equipos metálicos en las instalaciones de una mina española, la empresa decidió realizar un estudio preliminar, encontrando inicialmente que el agua presentaba una elevada capacidad de oxidación por unas bacterias extremófilas, al igual que las aguas ácidas en unas minas de carbón a cielo abierto.

Lee la situación problema **“Bacterias trabajadoras de metales”** y responde los siguientes interrogantes.

- a. ¿Cómo consideras que actúan las bacterias extremófilas sobre los metales?
- b. ¿Qué relación encuentras entre el agua de los afluentes con las bacterias y la maquinaria?
- c. Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?

Actividad 3: Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía.

Actividad 4: Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales.

Actividad 5: “Un ensayo novedoso” Una reconocida científica de la universidad de Wisconsin, Cecilia Westbrook, analizo su flora vaginal; así descubrió unos nuevos lactobacilos,

que les pareció merecedores de ser estudiados, en primera medida ansió comprobar si estos microorganismos fermentaban la leche. ¿Se fermentará? ¿cuál sería el posible resultado de esta fermentación?

Lee el texto “**un ensayo novedoso**” y responde:

- a. ¿Es posible una fermentación? Justifica tu respuesta
- b. ¿consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogurt?

Actividad 6: “Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleoginosos” Existen otros microorganismos heterótrofos capaces de crecer en fuentes carbonadas naturales (glucosa, fructosa, manosa, material celulósico, etc), sin embargo, su medio de cultivo debe ser bajo en N, P y en ausencia de O, de esta manera realizan la acumulación de lípidos y obtención como subproducto el glicerol para la producción de biodiesel. Según el anterior enunciado: ¿Cuál sería el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxido-reducción o la fermentación?

Según la lectura “**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleoginosos**” responde:

- a. ¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación?

7.6.5. Salida de campo

Para la realización de este trabajo práctico, se diseñó una guía de campo que tenía como objetivo la realización por parte del estudiantado de la columna de Winogradsky como instrumento para la enseñanza y aprendizaje de temas en Microbiología como ciclos biogeoquímicos en clase. De esta manera, en la sesión de clase se informó la visita al parque jardín botánico de Neiva (zona de estudio), para la obtención de sedimento o lodo de la laguna y el montaje de las columnas. Por

lo que ellos mismos llevaron los materiales indicados en la guía a excepción de los reactivos que nutren los ecosistemas (ver figura 14)



Figura 14. Docentes en formación del curso de microbiología en la salida de campo al parque jardín botánico de Neiva

Fuente: autores

La guía de campo se estructuró en título siendo este “El cáliz de Winogradsky, un mundo lleno de vida”; objetivo general y específicos; introducción, en la cual se expuso un panorama de la microbiología en el ambiente y del trabajo realizado por Sergei Winogradsky en la Columna que lleva su nombre, que según Gacto (2017) es un dispositivo consistente en un cilindro con nutrientes y agua, que requiere de luz solar o la de un bombillo, en el cual ocurren reacciones oxido-reductoras que permiten el desarrollo de una gran cantidad de microorganismos; también se muestra los materiales y procedimiento a realizar en la salida de campo; una tabla para el registro de las observaciones, seguido de una serie de interrogantes correspondientes a la salida de campo, entre estos:

- a. Con base a la salida de campo, haz un breve resumen sobre lo que aprendieron, ¿Qué fue lo que más le llamo la atención y que aspectos se deberían tener en cuenta para una salida de campo?
- b. ¿Consideras que las salidas de campo deben llevarse a experiencias pedagógicas en los colegios? Justifica tu respuesta
- c. ¿Qué temáticas en ciencias naturales enseñarías? Justifica tu respuesta

Finalmente se presentan las referencias. (anexo 8)

En cuanto al desarrollo de la salida, se acordó un punto de encuentro con los estudiantes del curso de microbiología en el jardín botánico, allí se tuvo un recorrido orientado por el líder ambiental Erik Gaitán quien dio una charla sobre la historia e importancia de este espacio natural.

Posteriormente, en la laguna se explicó la metodología a seguir y sugerencias con respecto a la construcción de la columna, seguido a esto, se formaron grupos de cuatro estudiantes para la realización del montaje. A continuación, cada grupo tomó un punto de muestreo y obtuvo el sedimento de este, para los nutrientes y recubrimiento de las columnas se agregaron los reactivos previamente pesados y se ayudo a cada grupo a cubrir con papel film y aluminio. Al finalizar la salida, se hizo una evaluación del proceso realizado y de la importancia este lugar para la ciudad a nivel educativo, social y cultural (ver figura 15)



Figura 15. Desarrollo de la salida de campo y construcción de la columna de Winogradsky en la intervención didáctica al curso de microbiología

Fuente: autores

8. Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados y respectivo análisis de la construcción de la columna de Winogradsky, las observaciones realizadas durante un periodo de 4 meses, y consecutivamente las pruebas de laboratorio que evidencian la diversidad de la microbiota cultivable de la Laguna del Parque Jardín Botánico en medios comerciales.

Posteriormente se muestran los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el área de estudio, resultados que fueron analizados mediante la comparación de los tres puntos de muestreo bajo los Índices de Calidad del Agua de Colombia (ICA).

Seguidamente se expone la información de la acción pedagógica, partiendo de la validación del cuestionario, las concepciones encontradas en el cuestionario inicial de los futuros docentes de Ciencias Naturales con relación a la microbiología y la aplicación de la columna de Winogradsky en la enseñanza de la Microbiología. De igual forma, se presenta el análisis de la implementación de la secuencia de clases en lo que refiere a la temática de “Diversidad metabólica y ciclos biogeoquímicos”, con ello se muestran los resultados del desarrollo de la práctica de campo. Seguidamente se comparan las concepciones iniciales con los reportes obtenidos en la aplicación del instrumento en un momento posterior a la intervención didáctica. Todo lo anterior fundamentado a la luz de la didáctica de las ciencias.

8.1 Componente disciplinar

8.1.1. Parámetros Físicoquímicos para la Calidad de Agua de la Laguna

Los datos físicoquímicos de este estudio se presentan a continuación en las Tablas 10, 11 y

12. Cada una de estas, ilustra el resultado de los puntos de toma de agua superficial en la laguna.

Tabla 10. Parámetros físicoquímicos del punto 1 en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva.

Parámetro	Método	Unidades	Resultados	Incertidumbre (UC)
% Saturación de oxígeno	Electrométrico	%	44	NO REPORTA
Demanda biológica de oxígeno	SM 5210B Y ASTM D888 METODO C	mg O ₂ /L	<10	2.76
Demanda química de oxígeno	SM5220 D	mg O ₂ /L	17.3	2.74
Fosfatos	SM 4500-P D	mg PO ₄ /L	0.34	0.028
Nitratos	SM 4500 NO ₃ B	mg NO ₃ /L	2.6	0.252
NMP coliformes fecales	SM 9223 E	NMP/ml	5400	0.022
Oxígeno disuelto	ASTM D888 METODO C	mg O ₂ /L	3.3	0.04
pH (in situ)	SM 4500-H+B	Unidades de Ph	6.97	0.10
Sólidos disueltos totales	CÁLCULO	mg/L	252	1.2
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	mg/L	<5	1.2
Temperatura	SM 2550 B	°C	26.6	0.03
Temperatura ambiente	SM 2550 B	°C	28.9	0.03
Turbiedad	SM 2130 B	NTU	2.58	0.016

Observaciones:

*Cuando se incluya la incertidumbre en un informe, el resultado se reporta como “resultado \pm uc mg/l; la incertidumbre expandida se calculó con un factor de cobertura de 2, que equivale a un nivel de confianza de aproximadamente 95%”.

* Parámetros acreditados por el IDEAM según las resoluciones 1562 del 2017 y 2593 de 2017 para aguas crudas y residuales.

Fuente: Laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos del punto 2 en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva.

Parámetro	Método	Unidades	Resultado	Incertidumbre (UC)
% Saturación de oxígeno	Electrométrico	%	29.4	NO REPORTA
Demanda biológica de oxígeno	SM 5210B Y ASTM D888 METODO C	mg O2/L	55.1	2.76
Demanda química de oxígeno	SM5220 D	mg O2/L	142	2.74
Fosfatos	SM 4500-P D	mg PO4/L	<0.2	0.028
Nitratos	SM 4500 NO3 B	mg NO3/L	<0.6	0.252
Nmp coliformes fecales	SM 9223 E	NMP/ml	13.000	0.022
Oxígeno disuelto	ASTM D888 METODO C	mg O2/L	2.06	0.04
Ph(in situ)	SM 4500-H+B	Unidades de Ph	6.49	0.10
Sólidos disueltos totales	CÁLCULO	mg/L	148	1.2
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	mg/L	58	1.2
Temperatura	SM 2550 B	°C	31.1	0.03
Temperatura ambiente	SM 2550 B	°C	33.6	0.03
Turbiedad	SM 2130 B	NTU	23.4	0.016

Observaciones:

*Cuando se incluya la incertidumbre en un informe, el resultado se reporta como “resultado \pm uc mg/l; la incertidumbre expandida se calculó con un factor de cobertura de 2, que equivale a un nivel de confianza de aproximadamente 95%”.

* Parámetros acreditados por el IDEAM según las resoluciones 1562 del 2017 y 2593 de 2017 para aguas crudas y residuales

Fuente: Laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos del punto 3 en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva.

Parámetro	Método	Unidades	Resultado	Incertidumbre (uc)
% Saturación de oxígeno	Electrométrico	%	43.3	NO REPORTA
Demanda biológica de oxígeno	SM 5210B Y ASTM D888 METODO C	mg O2/L	<10	2.76
Demanda química de oxígeno	SM5220 D	mg O2/L	49	2.74
Fosfatos	SM 4500-P D	mg PO4/L	<0.2	0.028
Nitratos	SM 4500 NO3 B	mg NO3/L	<0.6	0.252
Nmp coliformes fecales	SM 9223 E	NMP/ml	230	0.022
Oxígeno disuelto	ASTM D888 METODO C	mg O2/L	2.95	0.04
Ph(in situ)	SM 4500-H+B	Unidades de pH	6.87	0.10
Sólidos disueltos totales	CÁLCULO	mg/L	96	1.2
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	mg/L	<5	1.2
Temperatura	SM 2550 B	°C	33.6	0.03
Temperatura ambiente	SM 2550 B	°C	35.2	0.03
Turbiedad	SM 2130 B	NTU	6.52	0.016

Observaciones:

*Cuando se incluya la incertidumbre en un informe, el resultado se reporta como “resultado \pm uc mg/l; la incertidumbre expandida se calculó con un factor de cobertura de 2, que equivale a un nivel de confianza de aproximadamente 95%”.

* Parámetros acreditados por el IDEAM según las resoluciones 1562 del 2017 y 2593 de 2017 para aguas crudas y residuales

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Tabla 13. *Parámetros fisicoquímicos generales de las aguas de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva.*

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
% Saturación de oxígeno	Electrométrico	%	44	29.4	43.3	NO REPORTA	NO REPORTA	NO REPORTA
Demanda biológica de oxígeno	SM 5210B Y ASTM D888 METODO C	mg O2/L	<10	55.1	<10	2.76	2.76	2.76
Demanda química de oxígeno	SM5220 D	mg O2/L	17.3	142	49	2.74	2.74	2.74
Fosfatos	SM 4500-P D	mg PO4/L	0.34	<0.2	<0.2	0.028	0.028	0.028
Nitratos	SM 4500 NO3 B	mg NO3/L	2.6	<0.6	<0.6	0.252	0.252	0.252
Nmp coliformes fecales	SM 9223 E	NMP/ml	5400	13.000	230	0.022	0.022	0.022
Oxígeno disuelto	ASTM D888 METODO C	mg O2/L	3.3	2.06	2.95	0.04	0.04	0.04
pH (in situ)	SM 4500-H+B	Unidades de pH	6.97	6.49	6.87	0.10	0.10	0.10
Solidos disueltos totales	CÁLCULO	mg/L	252	148	96	1.2	1.2	1.2
Solidos suspendidos totales	SM 2540 D	mg/L	<5	58	<5	1.2	1.2	1.2
Temperatura	SM 2550 B	°C	26.6	31.1	33.6	0.03	0.03	0.03

Temperatura ambiente	SM 2550 B	°C	28.9	33.6	35.2	0.03	0.03	0.03
Turbiedad	SM 2130 B	NTU	2.58	23.4	6.52	0.016	0.016	0.016

Observaciones:

*Cuando se incluya la incertidumbre en un informe, el resultado se reporta como “resultado \pm uc mg/l; la incertidumbre expandida se calculó con un factor de cobertura de 2, que equivale a un nivel de confianza de aproximadamente 95%”.

* Parámetros acreditados por el IDEAM según las resoluciones 1562 del 2017 y 2593 de 2017 para aguas crudas y residuales

Fuente: laboratorio Diagnosticamos división ambiental.

8.1.1.2. Oxígeno

Saturación de oxígeno y oxígeno disuelto

Tabla 14. Oxígeno específico o disuelto en las aguas de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva.

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
% saturación de oxígeno	Electrométrico	%	44	29.4	43.3	No reporta	No reporta	No reporta
Oxígeno disuelto	ASTM D888 Método c	mg O ₂ /L	3.3	2.06	2.95	0.04	0.04	0.04

Fuente: Laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Para lograr identificar el parámetro de Oxígeno Disuelto en el agua, es pertinente calcular en primera instancia el porcentaje de saturación de oxígeno en esta. Sin embargo, las investigaciones relacionadas a este tema están en constante crecimiento, por lo cual según Perry (1992) en su “Manual del Ingeniero Químico” establece una tabla con valores de solubilidad del oxígeno en agua dulce (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Valores de solubilidad del oxígeno en agua dulce.

Temp. °C	OD mg/L						
1	14.19	12	10.76	23	8.56	34	7.05
2	13.81	13	10.52	24	8.4	35	6.93
3	13.44	14	10.29	25	8.24	36	6.82
4	13.09	15	10.07	26	8.09	37	6.71
5	12.75	16	9.85	27	7.95	38	6.61
6	12.43	17	9.65	28	7.81	39	6.51
7	12.12	18	9.45	29	7.67	40	6.41

8	11.83	19	9.26	30	7.54	41	6.31
9	11.55	20	9.07	31	7.41	42	6.22
10	11.27	21	8.9	32	7.28	43	6.13
11	11.01	22	8.72	33	7.16	44	6.04

Fuente: Tabla 3-140, tomada de Perry (1992) "Manual del Ingeniero Químico".

Con relación al oxígeno disuelto (Ver Tabla 14), los valores que oscilan entre 2.06 mg/L para el punto de muestra dos (cerca al muro de contención) y 3.3 mg/L para el punto de muestra uno (desembocadura de alcantarilla e inicio de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva). Aunque teóricamente el oxígeno disuelto para estas áreas con altitudes bajas y altas temperaturas suelen ser mínimas, en el punto uno de muestreo se observa un aumento considerable, dado a los factores ambientales como el caudal y la arborización masiva que se presentan. Por otro lado, el punto de muestreo tres (cerca de los senderos), aunque no presenta los mismos factores del punto uno, tiene a favor el crecimiento de algunas algas y plantas acuáticas no invasivas. A diferencia del punto dos de la toma de muestra, donde la zona esta con invasión de macrófitas, por lo cual, efectivamente el resultado para el oxígeno disuelto es mínimo y se consideraría como una calidad de agua baja según IDEAM (2002).

Estos valores muestran que la variabilidad de los puntos de muestreo es alta, considerando como referente teórico (Ver Figura 16) para la valoración de la calidad del agua en función del % de saturación de oxígeno disuelto, es decir, para que la calidad del agua abarque un rango excelente debe estar entre 100%.

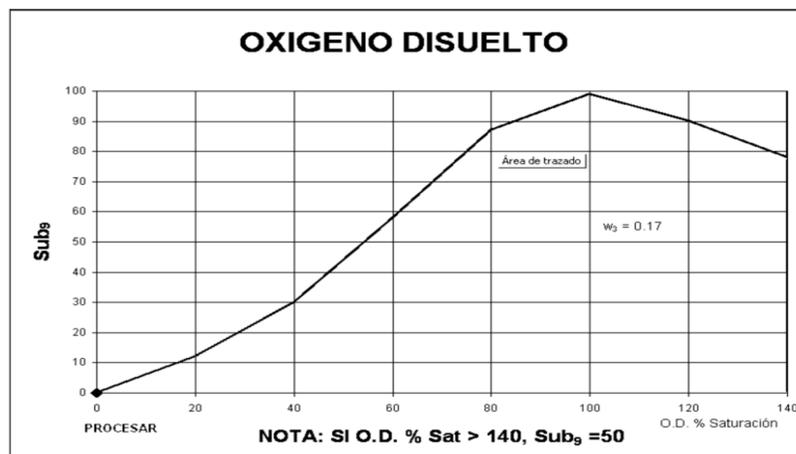


Figura 16. Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación del oxígeno disuelto

Fuente: IDEAM

Los valores referentes a los estudios realizados y plasmados (Ver Figura 16) de los parámetros nacionales de Colombia establecidos por el IDEAM, presentan los puntos de muestreo y los resultados sobre esta curva de función (Ver Figura 17).

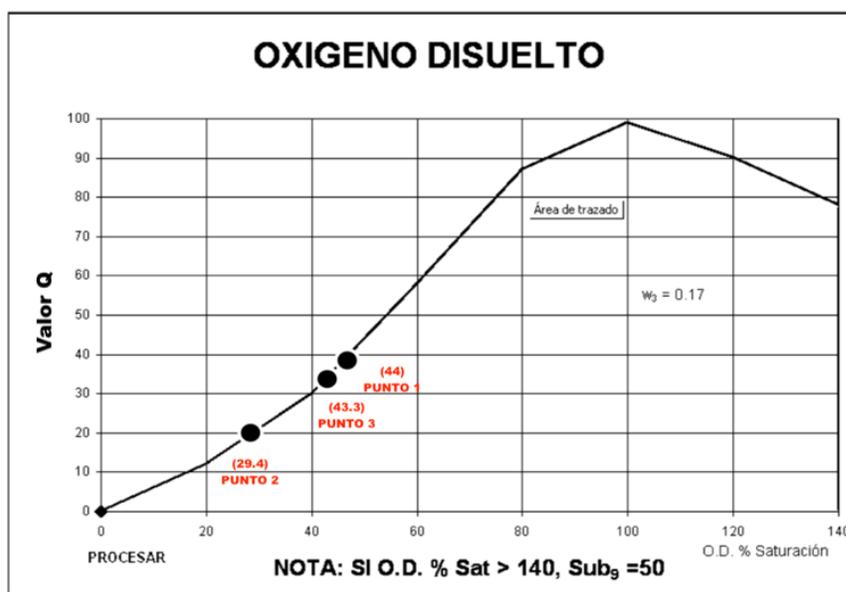


Figura 17. Valoración de la calidad de agua en función del % de saturación de oxígeno disuelto con resultados en los puntos de muestreo

Fuente: autores, tomado de IDEAM.

8.1.1.3. Sólidos.

Sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales

Tabla 16. Sólidos disueltos en las aguas de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Sólidos disueltos totales	cálculo	mg/L	252	148	96	1.2	1.2	1.2
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	mg/L	<5	58	<5	1.2	1.2	1.2

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Cuando se habla de sólidos se hace referencia a aquella materia orgánica y a los iones disueltos que presenta la muestra de agua. Sin embargo, los sólidos disueltos totales otorgan el valor total de residuos sólidos que se pueden filtrar y que a su vez en el proceso de filtrado quedan sobre la membrana de fibra de vidrio.

Dentro de los puntos de muestreo es imperante la variabilidad de resultados; en general, los valores de los sólidos disueltos oscilan entre 96 mg/L y 252 mg/L y según el servicio nacional de estudios territoriales la valoración del agua en función de la calidad de esta del residuo total estaría en el rango de 60 a 70 en el índice de sólidos disueltos totales (Ver Figura 18).

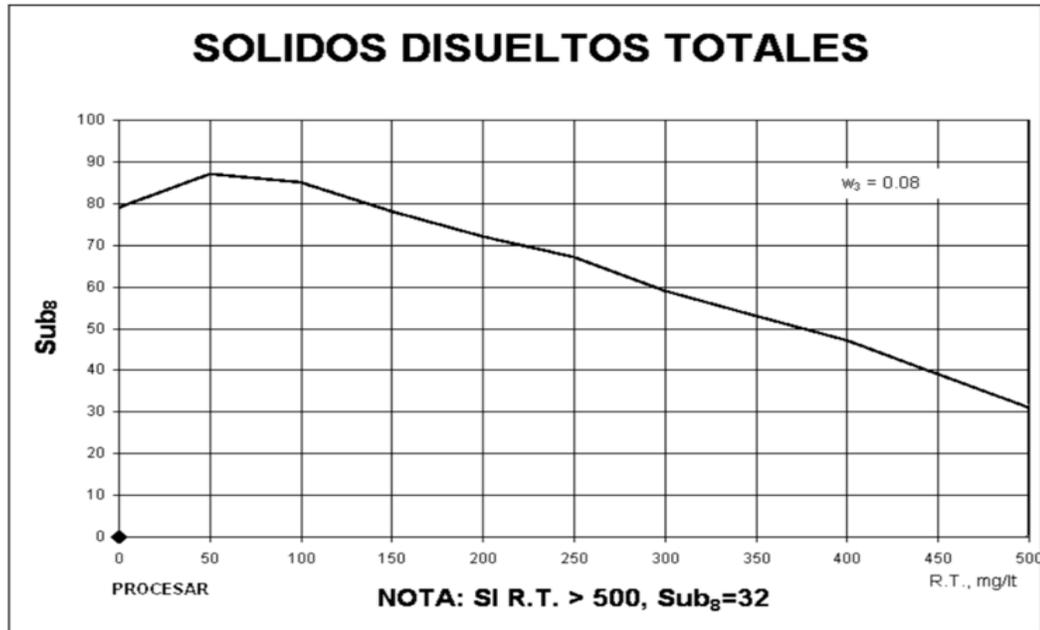


Figura 18. Valoración de la calidad del agua en función del residuo total

Fuente: IDEAM

Los valores obtenidos referente a los estudios realizados y plasmados en la Figura 18 de los parámetros nacionales de Colombia establecidos por el IDEAM, se presentan en Figura 19 en donde se exponen los puntos de muestreo y los resultados sobre esta curva de función.

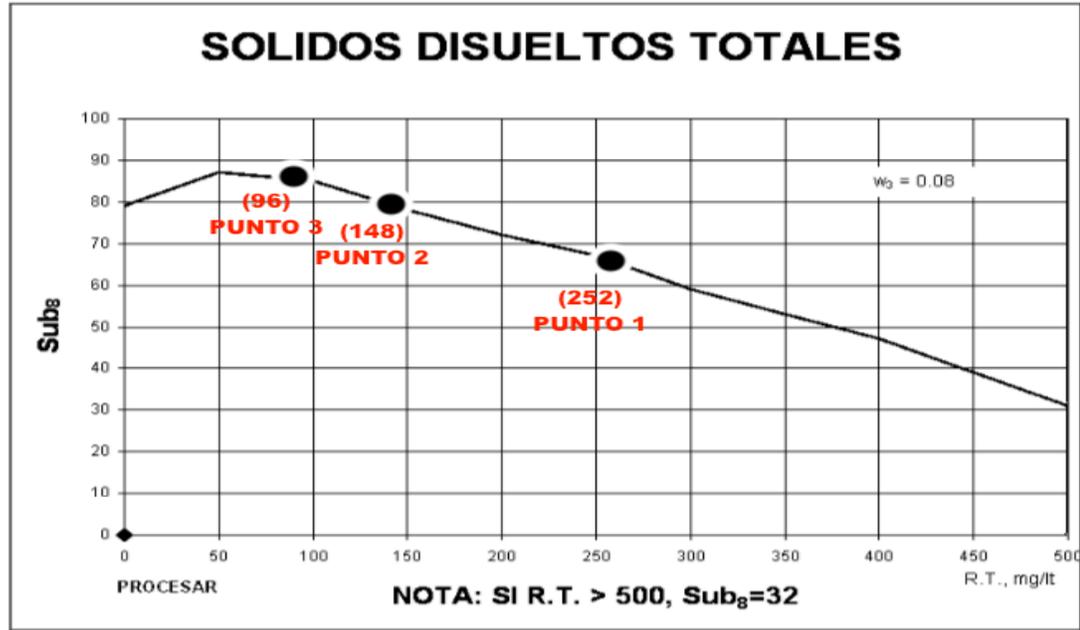


Figura 19. Valoración de la calidad del agua en función del residuo total con resultados en los puntos de muestreo

Fuente: autores, tomado de IDEAM.

8.1.1.4. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Demanda biológica de oxígeno y demanda química de oxígeno

Tabla 17. Parámetro fisicoquímico DBO específicos de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Demanda biológica de oxígeno	SM 5210B Y ASTM D888 Metodo C	mg O2/L	<10	55.1	<10	2.76	2.76	2.76
Demanda química de oxígeno	SM5220 D	mg O2/L	17.3	142	49	2.74	2.74	2.74

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

El indicador de DBO está establecido por la relación de la suma de los valores de la demanda bioquímica de oxígeno, como la descarga de materia orgánica contaminante en una masa de agua. Genera un proceso de purificación natural por medio del proceso de oxidación bioquímica, como bien se sabe este es un proceso microbial, que utiliza sustancias contaminantes como fuentes de carbón mientras es consumido todo el oxígeno en el agua para la respiración.

La DBO es un indicador importante para el control de la contaminación de las corrientes donde la carga orgánica se debe restringir para mantener los niveles deseados de oxígeno disuelto (Sawyer y McCarthy, 2001). El aporte de carga orgánica acelera la proliferación de bacterias que agotan el oxígeno, provocando que algunas especies de peces y otras especies acuáticas deseables ya no puedan vivir en las aguas donde están presentes dichos microorganismos (CAN, 2005).

Dentro los parámetros establecidos por el IDEAM en Colombia se observan en la Figura 20 los valores nacionales de los DBO.

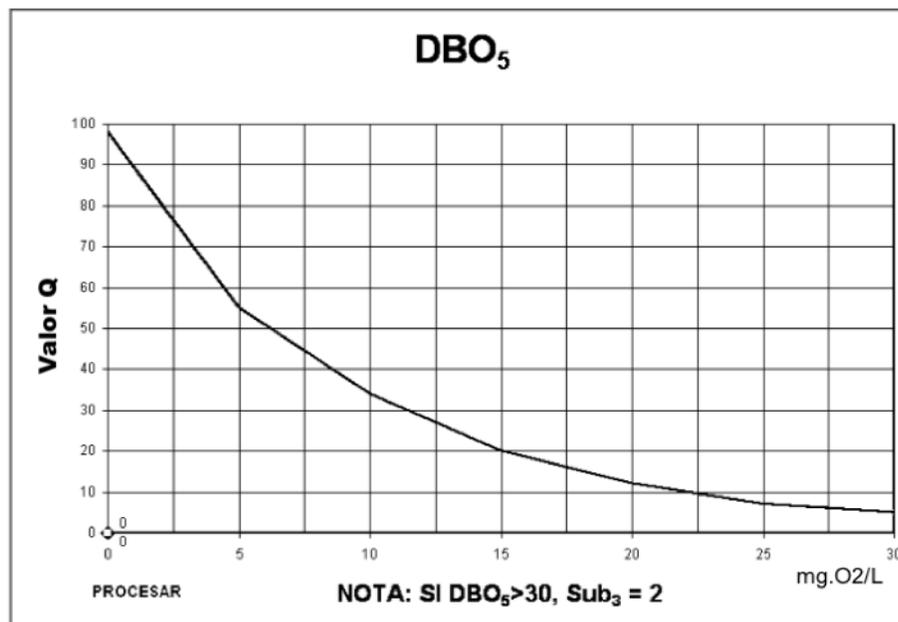


Figura 20. Valores de demanda bioquímica de oxígeno a nivel nacional en Colombia

Fuente: IDEAM

Como resultado de los puntos de muestreo en la laguna del Jardín Botánico de Neiva, estos arrojaron los siguientes datos presentes en la Figura 21. Se aclara que según Franco (2011, p. 21), la demanda bioquímica de oxígeno cumple con los siguientes parámetros:

Tabla 18. Valores de parámetros estándares de demanda bioquímica de oxígeno

Estado	DBO ₅ ; mg/L
Agua Pura	0 - 20; mg/L
Agua Levemente Contaminada	20. - 100; mg/L
Agua Medianamente Contaminada	100 – 500; mg/L
Agua Muy Contaminada	500 - 3000; mg/L
Agua Extremadamente Contaminada	3000 – 1500; mg/L

Fuente: Franco (2011)

Debido a los datos mostrados en la Tabla 18, los puntos 2 y 3 respectivamente presentan niveles de contaminación leve y medianamente, otorgando índices de una calidad de agua no buena (Ver Figura 21).

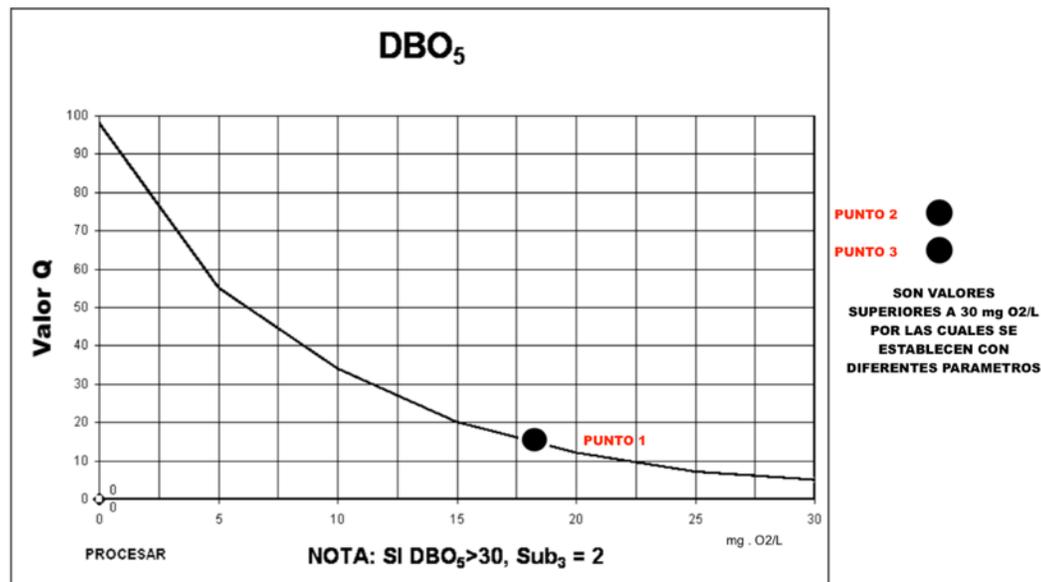


Figura 21. Valores de demanda bioquímica de oxígeno con resultado de puntos de muestreo

Fuente: autores, tomado de IDEAM.

8.1.1.5. Temperatura

Temperatura ambiente y temperatura de agua

Observando la Tabla 19, las temperaturas tanto de ambiente como del agua tienen una gran variación de grados centígrados, registrando mayor temperatura en los puntos 2 y 3, el punto 1 por su característica de factores ambientales, presenta una temperatura más baja. Ahora bien, para contrastar con el referente teórico que se denota en la Figura 22, se debe realizar la diferencia de temperatura a la que se encuentran los puntos de la muestra tal como está en la Tabla 19 y lograr graficar el cambio de temperatura.

Tabla 19. *Parámetro fisicoquímico de temperatura para la Laguna del Jardín botánico de Neiva en los puntos muestreados*

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Temperatura	SM 2550 B	°C	26.6	31.1	33.6	0.03	0.03	0.03
Temperatura ambiente	SM 2550 B	°C	28.9	33.6	35.2	0.03	0.03	0.03

Fuente: laboratorio Diagnosticamos. división ambiental.

Tabla 20. *Promedio de temperaturas de valoración de agua de los puntos de muestreo*

Parámetro	Unidades	Resultado (diferencia)		
		Punto 1	Punto 2	Punto 3
Temperatura	°C	2.3	2.5	1.6

Fuente: autores

Los valores obtenidos en estudios relacionados, son plasmados en la Figura 22, acorde a los parámetros nacionales de Colombia establecidos por el IDEAM.

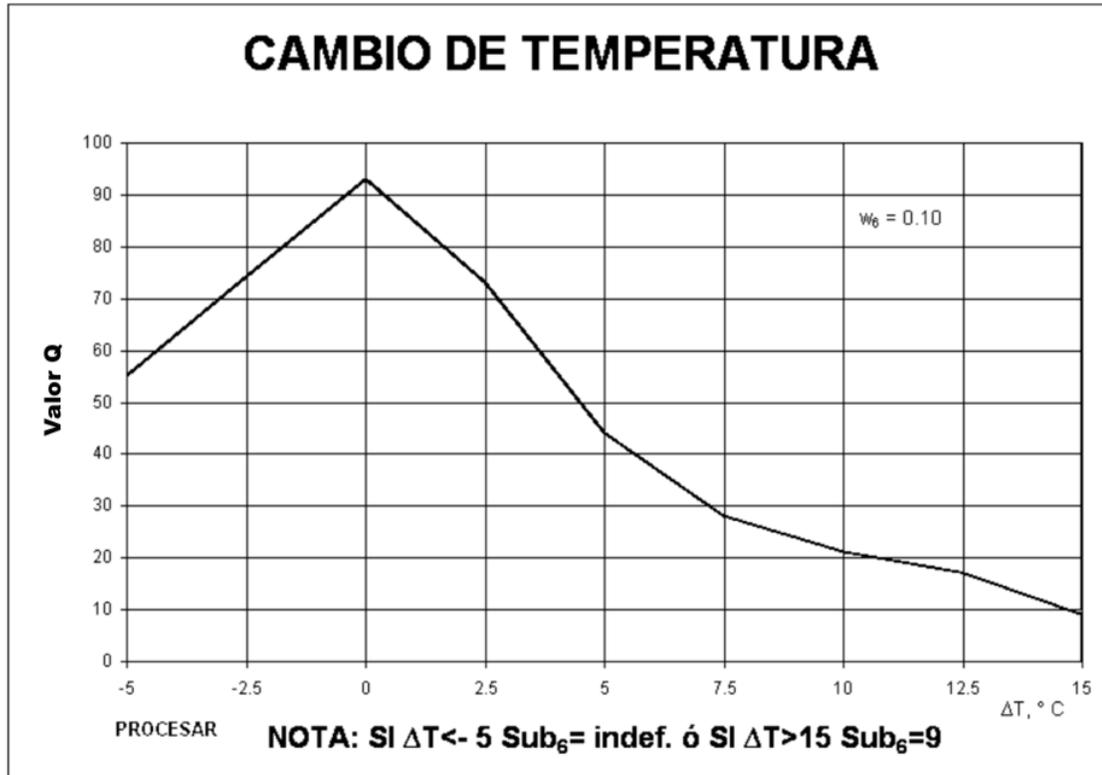


Figura 22. Valoración de la calidad del agua en función de la temperatura a nivel nacional en Colombia

Fuente: IDEAM

De acuerdo con lo anterior, se observan diferentes valores en los puntos, ya que las zonas de muestreo difieren en sus composiciones físicas y biológicas como arborización, zona de fangos y biota a su alrededor, esto sin contar con las derivaciones de la intervención del ser humano. Por lo tanto, el parámetro de temperatura en el valor Q (ICA) aproximada para el punto 1, es de 85, para el punto 2 de 74 y para el punto 3 de 90 (Ver Figura 23). Es decir, se afirma el cambio brusco de temperatura para el punto 3, ya que, en la zona de muestreo, el caudal está en 0 y predomina una

profundidad de 30 cm entre la superficie de agua y superficie terrestre lo que provoca que se caliente más el agua. La siguiente grafica muestra los puntos de muestreo y así mismo los resultados sobre esta curva de función.

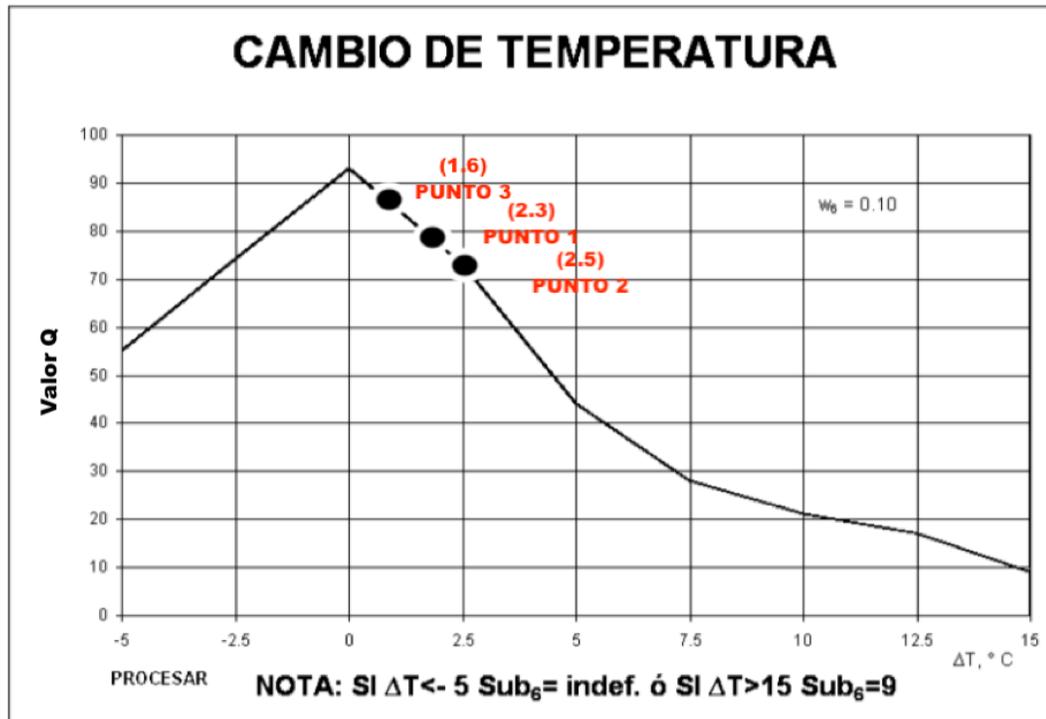


Figura 23. Valoración de la calidad del agua en función de la temperatura anexo a resultados de los puntos muestreados

Fuente: autores, tomado de IDEAM.

8.1.1.6. Turbidez

Tabla 21. Parámetro fisicoquímico de turbidez en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Turbiedad	SM 2130 B	NTU	2.58	23.4	6.52	0.016	0.016	0.016

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

La materia suspendida y coloidal de diferentes composiciones en el agua, se considera turbidez en el medio. Esto ocasiona que cuando la luz ingresa al cuerpo hídrico, es dispersada y absorbida, en lugar de dispersarse. Es decir, si se tiene una mayor dispersión de luz esta tendrá una mayor turbiedad.

Los valores de turbiedad sirven para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda, su filtración y consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua (IDEAM, 2002). En Colombia los parámetros establecidos para este tipo de medición están consolidados en la Figura 24.

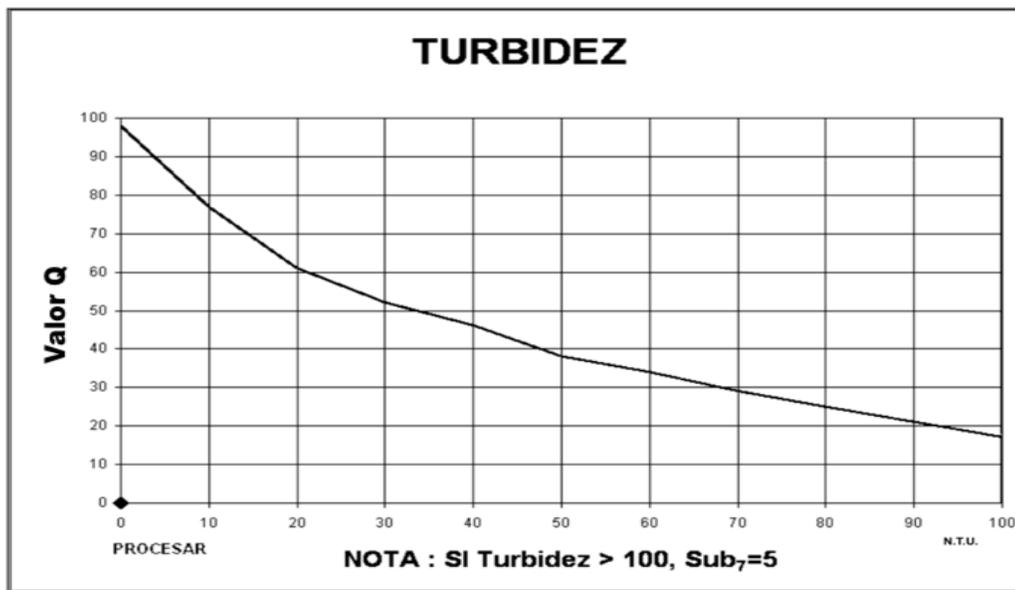


Figura 24. Valoración del agua en función de la turbidez – parámetro nacional en Colombia

Fuente: IDEAM

Según el Decreto 475 de 1998 del Ministerio de Salud, se establece que para aguas potables la turbidez deberá ser inferior a 5NTU (Unidades de turbiedad nefelometría). De acuerdo con los resultados obtenidos y aclarando que en el Jardín Botánico el agua no es potable, pero tiene las características para llamarla agua superficial cruda, los valores de los resultados se establecen en la

Figura 25, observando en el eje X la variable unidades NTU y en eje Y la calificación porcentual de la calidad el agua.

Se demuestra entonces, que los puntos 1 y 3 presentan la menor turbidez debido a que el primero, se genera en un caudal suave sobre un canal de césped, el cual ayuda a la filtración, y el segundo al estar ubicado en dirección al punto de muestreo 1 donde el caudal termina y la profundidad de la laguna es mayor predomina una turbidez baja y con poca presencia de material suspendido.

En el punto 2, que está ubicado en la zona norte del muro de contención donde no se genera fluidez del agua, siendo la zona menos profunda de la laguna y en la cual se represan los materiales sólidos. Se corrobora que el agua al no tener ningún movimiento por el represamiento, los sólidos suspendidos se aglomeran en la zona del cuerpo de agua superficial, aumentando el valor de turbidez y generando un ambiente ideal para microorganismos.

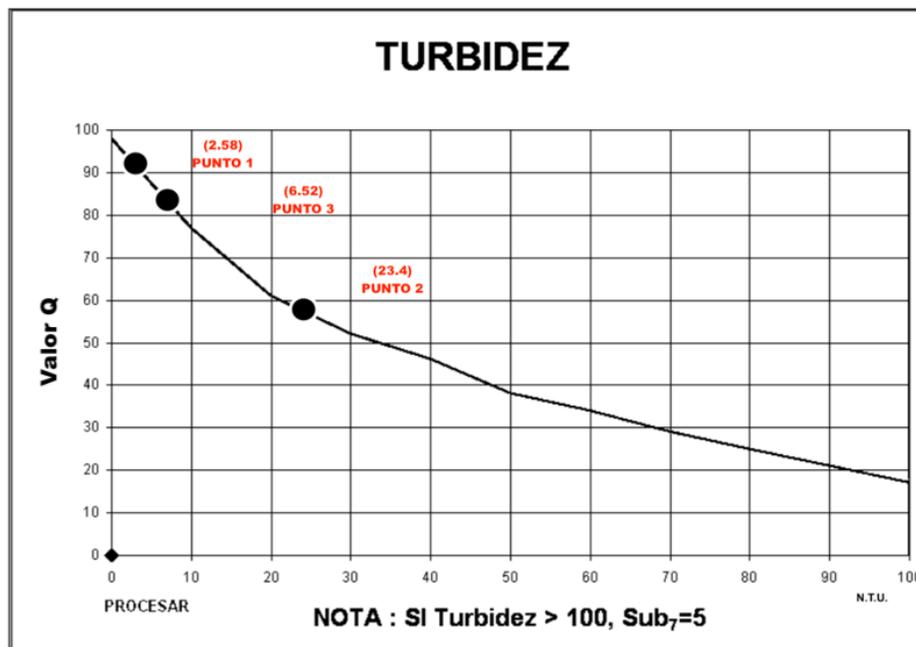


Figura 25. Valoración del agua en función de la turbidez con resultados de puntos de muestreo

Fuente: autores, tomado de IDEAM

8.1.1.7. pH

El término pH, es una forma de expresar la concentración o actividad del ión hidrógeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total (IDEAM, 2002).

Tabla 22. *Parámetro fisicoquímico de pH en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva*

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
pH (IN SITU)	SM 4500-H+B	Unidades de pH	6.97	6.49	6.87	0.10	0.10	0.10

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

La medida del pH tiene su fundamento en el registro potenciómetro de los iones de hidrógeno por el uso de un electrodo en vidrio y otro de referencia, como resultado se da un valor de pH por interpolación. Se sabe así mismo, que el pH abarca un rango de 0 a 14; valores que son establecidos con unidades llamadas Fem, fuerza electromotriz. Según el IDEAM en Colombia, el pH para aguas superficiales esta relacionados como se expone a continuación (Ver Figura 26).

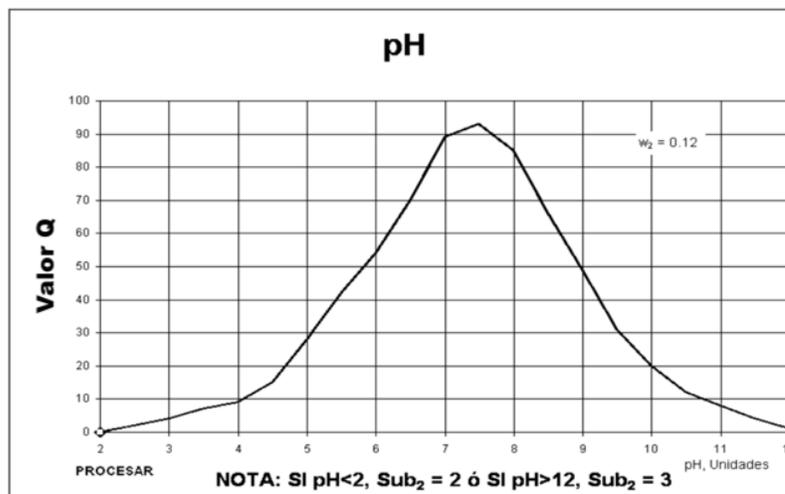


Figura 26. *Valoración de la calidad del agua en función del pH a nivel nacional en Colombia*

Fuente: IDEAM

En la Tabla 22 de acuerdo con los resultados para los 3 puntos en este parámetro fisicoquímico, se tiene una calidad de agua promedio en relación con sus demás parámetros. Ya que bien se demuestra en la Figura 27, como los puntos muestreados se relacionan entre sí por su buena calidad de pH, no arrojando valores lejanos entre cada punto tomado del cuerpo de agua superficial.

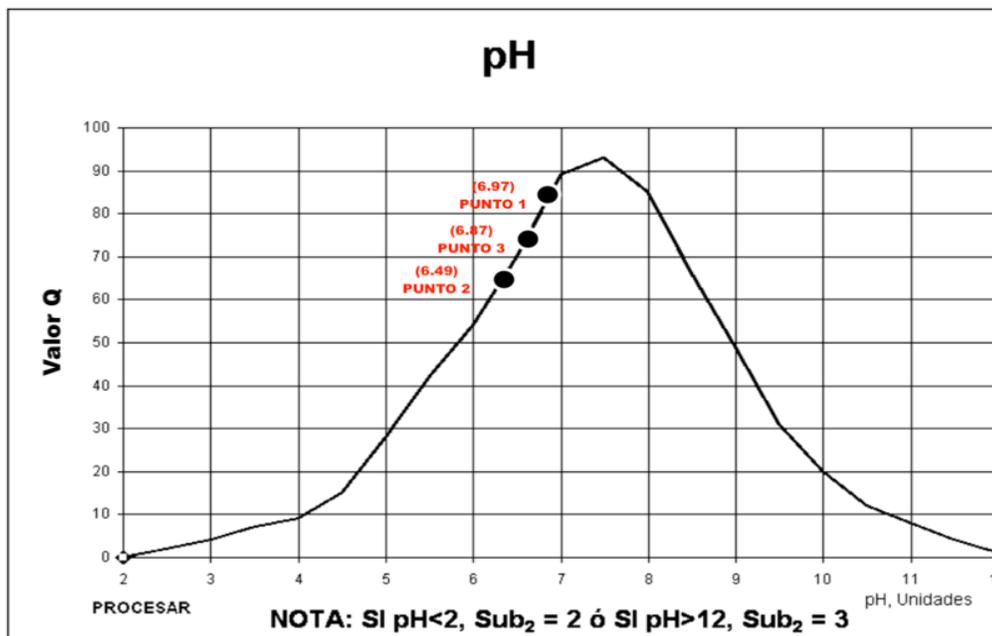


Figura 27. Valoración de la calidad del agua en función del pH con resultados de punto de muestreo

Fuente: autores, tomado de IDEAM

8.1.1.8. Fosfatos

Tabla 23. Parámetro fisicoquímico de fosfato en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
FOSFATO S	SM 4500-P D	mg PO ₄ /L	0.34	<0.2	<0.2	0.028	0.028	0.028

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Dentro de los parámetros nacionales publicados por el IDEAM (2002), los rangos en mg. PO₄/L se muestran en la Figura 28. Dentro del resultado obtenido, se muestra como en los 3 puntos no se supera el límite permisible que es 2 mg. PO₄/L, establecido según el Decreto 475 del 10 de marzo de 1998 del Ministerio de Salud en el artículo 8 parte b).

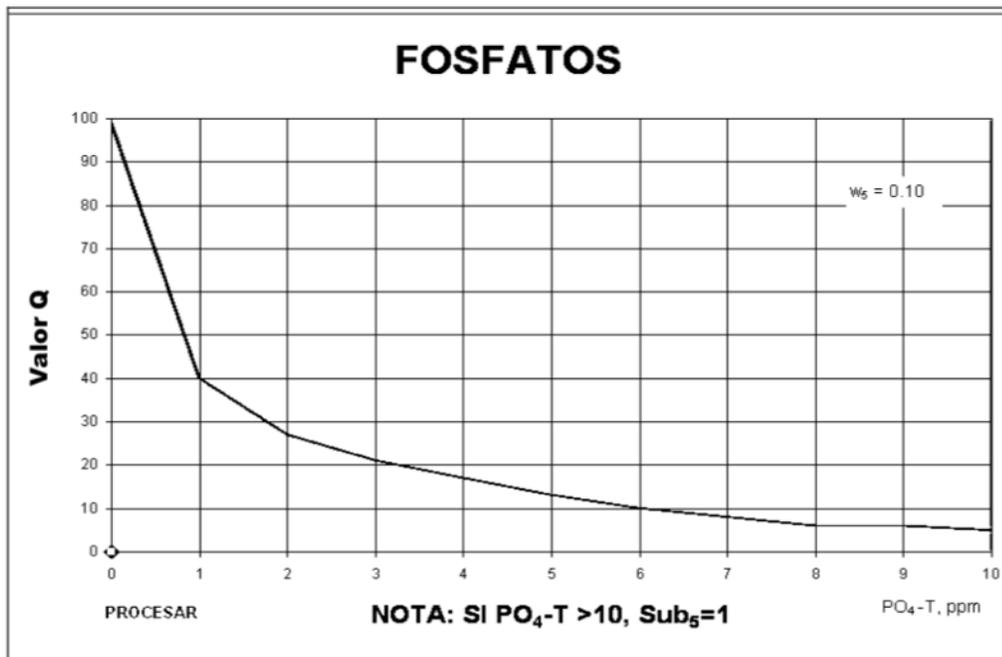


Figura 28. Valoración de la calidad del agua en función del fosforo a nivel nacional en Colombia

Fuente: IDEAM

Como los fosfatos tienen una elevada solubilidad y se derivan de diferentes aniones, los cuales son procedentes de contaminación con detergentes o con estiércol o heces de animales que con ayuda de aguas lluvias son arrastrados a las fuentes de agua. En este caso, la toma de la muestra; aclarando que de acuerdo al resultado plasmados en la Figura 29, se confirma que esto fuera mínimo, pues en el Jardín Botánico no se encuentran factores como cultivos o ambientes que

requieran de algún abono inorgánico o detergentes, pero si materia fecal de algunos animales que habitan la zona.

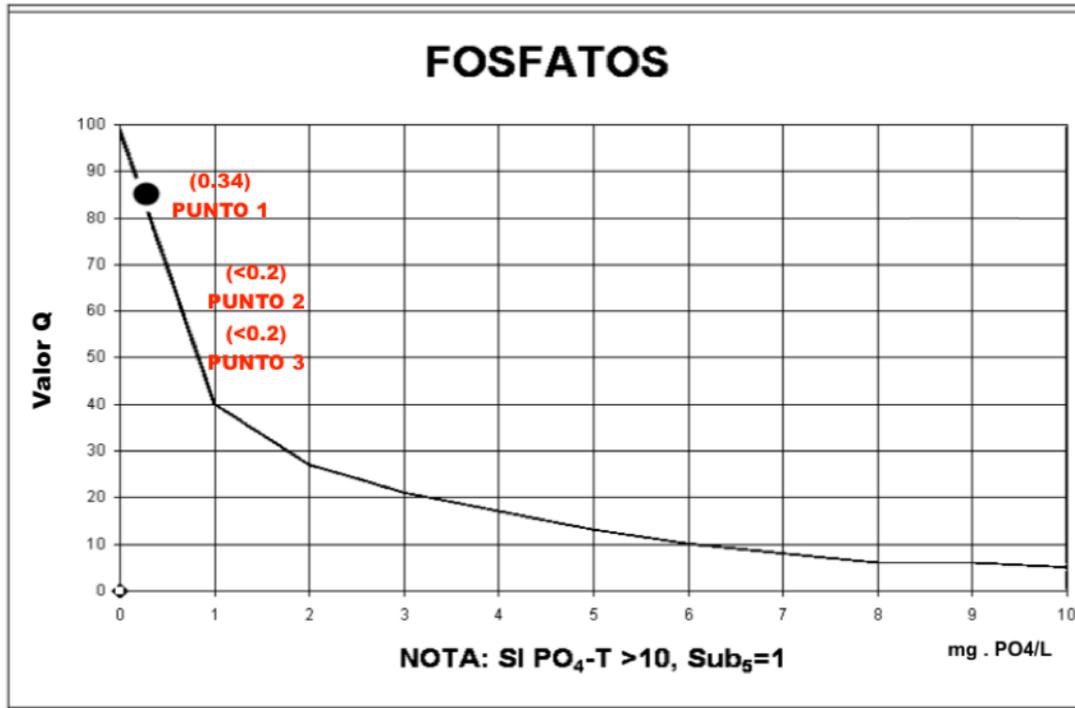


Figura 29. Valoración de la calidad del agua en función del fosforo con resultados de puntos de muestreo

Fuente: autores – tomado de IDEAM

8.1.1.9. Nitratos

Tabla 24. Parámetro fisicoquímico de nitratos en la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
NITRATOS	SM 4500 NO3 B	mg NO3/L	2.6	<0.6	<0.6	0.252	0.252	0.252

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

Según el IDEAM (2002), dentro de los parámetros establecidos, se encuentra que la curva de valoración para este parámetro parte de 0 a 100 mg – NO₃/L como se observa en la Figura 30.

Dentro los resultados obtenidos para este parámetro, se encontró que el punto 1 es el menos afectado por nitratos a diferencia de los puntos 2 y 3, debido a que la generación de caudal en el punto 1 a pesar de no estar en calidad de agua óptima, se genera oxigenación y un recorrido continuo del fluido. Esto provoca que las descomposiciones de restos vegetales o animales en el suelo, puedan afectar considerablemente la cantidad de nitratos en los cuerpos de agua. Sin embargo, el espejo de agua que genera la laguna disminuye con el tiempo y con la producción masiva de macrófitas, que de acuerdo con su metabolismo no permite que los cuerpos de agua superen 10 ppm (mg .NO₃/L) de nitratos tal como se observa en la Figura 31.

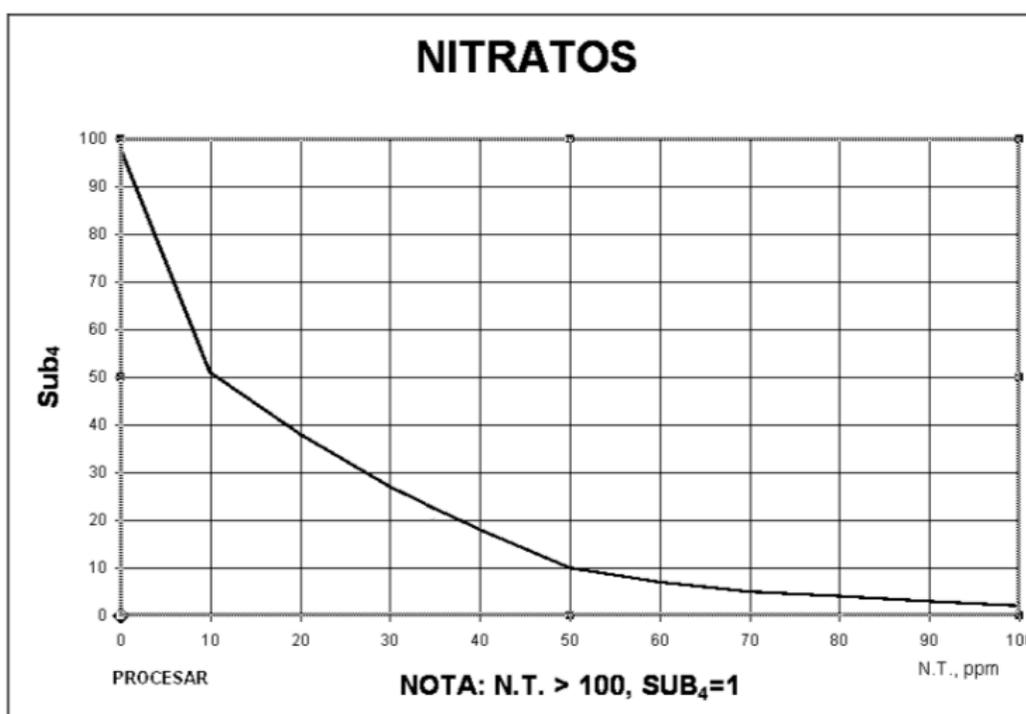


Figura 30. Valoración de la calidad del agua en función del Nitrógeno

Fuente: IDEAM

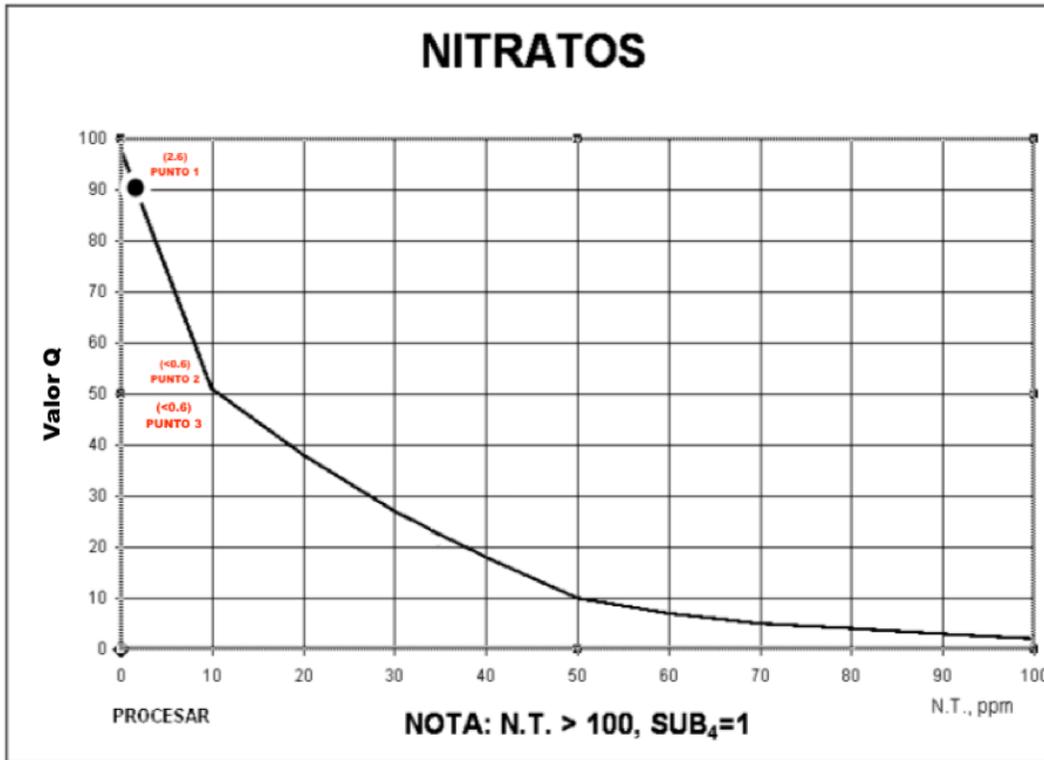


Figura 31. Valoración de la calidad del agua en función del nitrógeno en los puntos de muestreo en el Jardín Botánico de Neiva

8.1.1.10. Coliformes fecales

Tabla 25. Parámetro fisicoquímico de coliformes fecales de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva

Parámetro	Método	Unidades	Resultado			Incertidumbre (uc)		
			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
NMP COLIFOR MES FECALES	SM 9223E	NMP/ml	5400	13000	230	0.022	0.022	0.022

Fuente: laboratorio Diagnosticamos, división ambiental.

La presencia de *Escherichia coli* indica contaminación fecal en agua, ya que este microorganismo es habitante normal del tracto digestivo de animales de sangre caliente y rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal, por ello se considera como indicador universal. Este microorganismo genera una alerta a cualquier sistema de suministro de agua, ya que su presencia por si sola puede generar gastroenteritis y causar la muerte como el caso de la cepa *E coli* O157:H7 o puede sugerir la presencia de otros microorganismos altamente patógenos como son la *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Listeria* etc. (NTC, 2000).

Dentro de los resultados nacionales en Colombia se encontró que en la Figura 32 se establecen valores de 1 a 100000 NMP/ml.

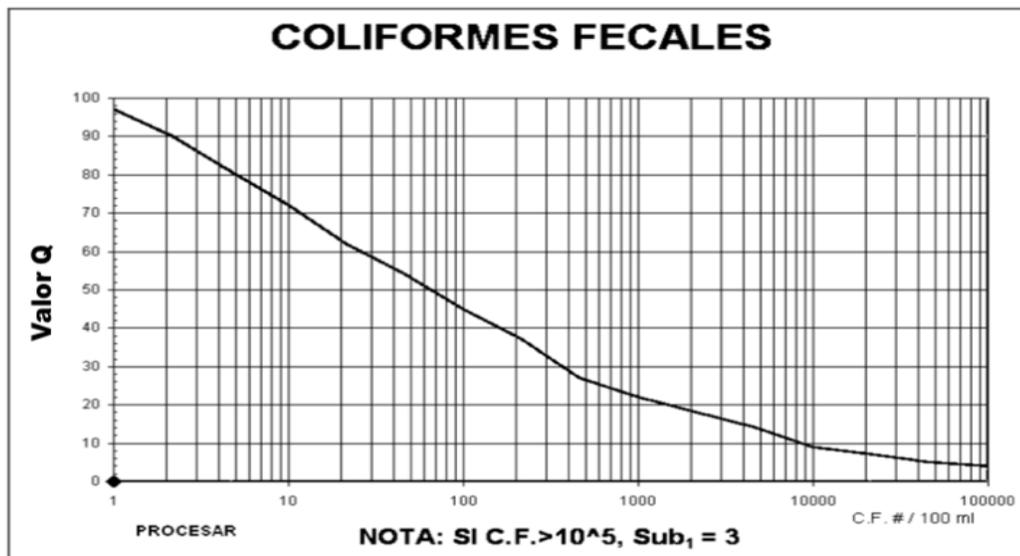


Figura 32. Valoración de la calidad del agua en función de coliformes fecales a nivel nacional en Colombia

Fuente: IDEAM

En los resultados obtenidos, aunque los límites permisibles por el IDEAM son de 200.000 UFC/100mL, según el Decreto 1575 de 2007 “Por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable”, no se generan dichos valores, si se observa en la tabla que en el punto 2 de

muestreo, el cual está ubicado en el costado norte cerca al muro de contención de la laguna del parque, se reconoce un valor de 13.000 NMP/ml mostrando un número alto de coliformes fecales. Esta situación se puede deber, dado a que el sitio se considera propicio para que animales del jardín botánico se acerquen a hidratar debido a la playa que se genera sobre este punto muestral.

Sin embargo, para los puntos 1 y 3 respectivamente son bajos los valores, en consideración a los parámetros nacionales. Aclarando que, de acuerdo con el historial del jardín, el punto 1 es perturbado por un ducto de alcantarilla de agua lluvia y el punto 3 es agua estancada, de acuerdo con la teoría el contraste de resultados se observa la Figura 33.

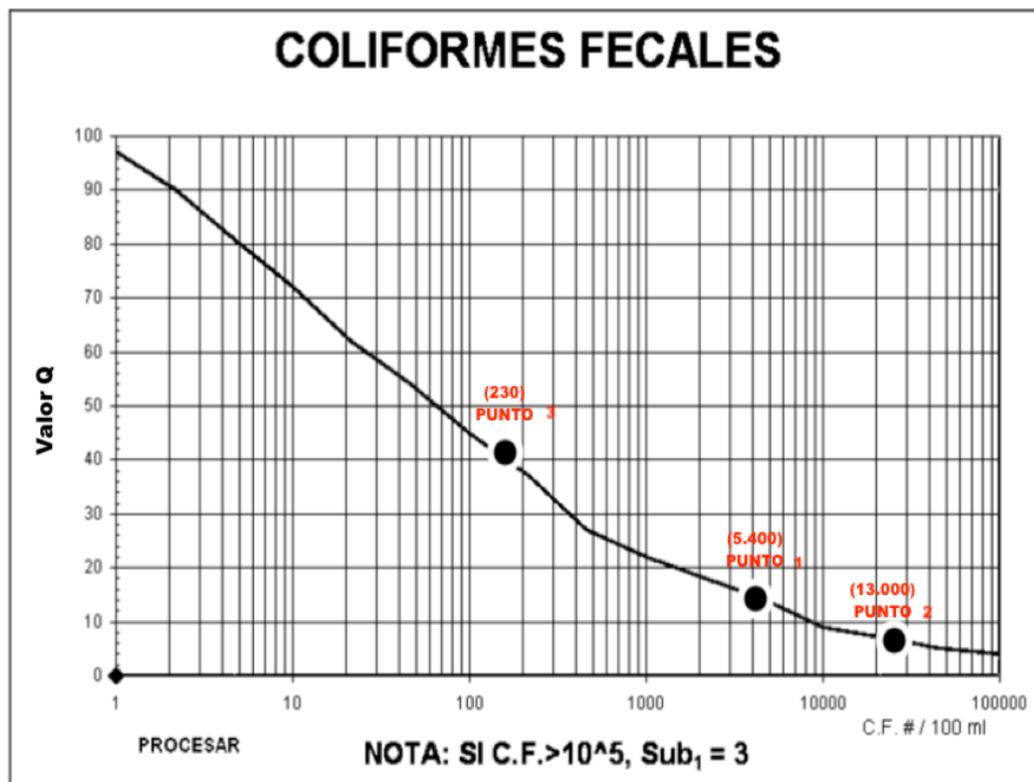


Figura 33. Valoración de la calidad del agua en función de coliformes fecales con resultados de los puntos de muestreo

Fuente: autores, retomado de IDEAM.

8.1.1.11. Análisis consolidado

Resultados ICA

Los siguientes resultados se generalizan para los 3 puntos de muestreo y de acuerdo con los resultados contrastados con la teoría y los índices de calidad del agua en Colombia según el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) existen los siguientes rangos para calificar a un cuerpo de agua superficial (Ver Tabla 26).

Tabla 26. Escala de clasificación del ICA - NSF

RANGO	ESCALA DE COLOR
EXCELENTE: 91-100	AZUL
BUENA: 71- 90	VERDE
MEDIA: 51-70	AMARILLO
MALA: 26-50	NARANJA
MUY MALA: 0 -25	ROJO

Fuente: Fernández y Solano, 2005.

Por su parte, la Tabla 27 muestra los datos de los resultados de acuerdo con los valores del ICA consolidados en un mismo espacio. Se aclara que, para el resultado del rango de los puntos, se suma y divide entre los parámetros para dar un valor único representado en la Tabla 26. Así mismo, se establecen en las gráficas de los parámetros valor Q, los cuales serán reemplazados por el rango de 0 a 100.

Tabla 27. *Parámetros fisicoquímicos con resultados en la escala de clasificación del ICA-NSF para los puntos de muestreo en el parque jardín botánico de neiva*

Parametro	Punto 1	Punto 2	Punto 3
% Saturacion oxigeno	36	20	34
Solidos disueltos totales	65	60	86
DBO ₅	15	2	2
Temperatura	79	72	87
Turbidez	95	58	84
Ph(in situ)	84	65	75
Fosfatos	85	1	1
Nitratos	90	1	1
Nmp coliformes fecales	15	9	42
Rango	62.66	32	45.77

Fuente: autores

En el punto 1 el rango de agua se califica como “media” según el ICA-NSF corroborando que los factores ambientales como la espesa arborización y la grama, junto a un caudal normal, permite oxigenar el agua. Sin embargo, es preciso afirmar que los puntos 2 y 3 se califican como agua “mala” debido a los factores de la vegetación superficial como las macrófitos y del poco movimiento del caudal de la laguna, que no permite que el agua tenga un metabolismo correcto (las macrófitos se expanden por toda la superficie acuática). Esto debido a que la luz solar no penetra más allá de la superficie acuática; adicionalmente como factor influyente al rango se tiene la diversidad acuática y sus desechos fecales.

8.1.2. Construcción y seguimiento de la Columna de Winogradsky

Seguidamente, ya teniendo las columnas se hizo un seguimiento constante a estas, el cual fue registrado en la Tabla 28 cada quince días (semanas 1 y 3 de cada mes) completando un total de 4 meses.

Tabla 28. Formato de seguimiento de la columna de Winogradsky aplicada durante los 4 meses de observación

Observaciones y Tiempo	Zona y Replica	Zona de la Columna	Características Morfológicas de las Colonias
Mes 1: Semana 1	1:1,1	Aerobia	Las columnas presentan unas colonias puntiformes de color oscuro en sus tres zonas. (Ver Anexo 1-1)
		Microaerobia	
		Anaerobia	
	1:1,2	Aerobia	Observaciones: El agua de las tres muestras se reduce, originando unas pequeñas grietas a lo largo de la columna
		Microaerobia	
	2:2,1	Aerobia	Las columnas presentan unas colonias puntiformes de color oscuro en sus tres zonas. Observaciones: El agua de las tres muestras se redujo
		Microaerobia	
	2:2,2	Anaerobia	
Aerobia			
3:3,1	Microaerobia	Las columnas presentan unas colonias puntiformes de color oscuro en sus tres zonas. (Ver Anexo 1-2)	
	Anaerobia		
3:3,2	Aerobia	Observaciones: El agua de las tres muestras se redujo, originando que en la columna se hicieran grietas.	
	Microaerobia		
Mes 1: Semana 3	1:1,1	Aerobia	Las colonias negras crecen de manera irregular con mayor intensidad en la zona aerobia y aparecen colonias pequeñas rojizas fusiformes enteras en la zona micro aerobio. (Ver Anexo 1-3)
		Microaerobia	
		Anaerobia	
	1:1,2	Aerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna. Así mismo Se observan grietas en la parte anoxica en la columna. Observaciones: Se evidencia la formación de una capa blanquecina y de textura algodonosa de gases por el aumento de la película plástica (Ver Anexo 1-4).
		Microaerobia	
		Anaerobia	
	2:2,1	Aerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna, en la capa de

		Microaerobia Anaerobia	agua existe una pigmentación de color rojizo de manera ameboide y pigmentaciones rojizo-marrones en la zona aerobia y microaerófila Observaciones: Hay crecimiento de larvas con movimiento en la zona aeróbica de la columna.
	2:2,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras que inicialmente son puntiformes crecen de manera irregular con mayor intensidad en la zona aerobia (Ver Anexo 1-5). Observaciones: Se le adiciona Agua debido a su bajo nivel
	3:3,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras crecen de manera irregular de mayor intensidad con borde entero en la zona Microaeróbica y aparecen pigmentaciones pequeñas rojizas fusiformes enteras en la zona anoxica. Observaciones: Se le adiciona Agua debido a su bajo nivel
	3:3,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Aumento de colonias negras de crecimiento irregular por toda la columna, aparición de manchas rojizas (marrón) irregulares de bordes enteros en la zona anaeróbica de la columna. Observaciones: Se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica.
Mes 2: Semana 1	1:1,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Aparición de pigmentaciones verdes o colonias verdes filamentosas y onduladas en la parte microaerófila de la columna y pigmentaciones rojizas o colonias rojizas fusiforme en la zona anaeróbica (Ver Anexo 1-6). Observaciones: En la columna se observa la formación de una capa grisácea densa en su superficie, además se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica
	1:1,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna, en la zona aerobia hay mayor crecimiento (Ver Anexo 1-7). Observaciones: Existe presencia de burbujas, además de capas blanquecinas sobre la superficie
	2:2,1	Aerobia	

		Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna. Observaciones: La película plástica que cubre la columna esta inflada de nuevo, se observa una capa blanca que cubre la zona aerobia.
	2:2,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras crecen de manera irregular con bordes ondulados con mayor intensidad en la zona anaerobia y aparecen pigmentaciones de colonias rojizas irregulares onduladas en la zona Microaeróbica. Observaciones: Se les adiciona agua por su bajo nivel, además se agrieta la columna de lodo en diferentes secciones
	3:3,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna. Así mismo Se observan grietas en la columna. Observaciones: Se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica.
	3:3,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna, con presencia de pigmentaciones fusiformes de colonias rojizas-marrón en la zona aeróbica y Microaeróbica (Ver Anexo 1-8). Observaciones: Se observa la capa de agua de color rojizo, de nuevo hay crecimiento de larvas en la zona aeróbica de la columna.
Mes 2: Semana 3	1:1,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras que inicialmente son circulares crecen de manera irregular expandiéndose en todas las direcciones tomando bordes ondulados y lobulados con mayor intensidad en la zona aerobia. Observaciones: Se le adiciona Agua debido a su bajo nivel
	1:1,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras crecen de manera irregular con mayor intensidad en la zona Microaeróbica y aparecen pigmentaciones ameboideas circulares rojizas en la zona anoxica (Ver Anexo 1-9).
	2:2,1	Aerobia Microaerobia	Aumento de colonias negras irregulares y circulares por toda la columna, aparición de

		Anaerobia	pigmentaciones rojizas (marrón) en la zona anaeróbica de la columna. Observaciones: Se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica
	2:2,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Aparición de pigmentaciones o colonias de color verde en la parte Microaeróbica de la columna y de pigmentaciones o colonias fusioformes rojizas en la zona anaeróbica (Ver Anexo 1-10). Observaciones: En la columna se observa la formación de una capa grisácea densa en su superficie, además se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica.
	3:3,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna, en la zona anaeróbica con mayor crecimiento. Observaciones: Se observan burbujas, además de capas blanquecinas sobre la superficie
	3:3,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias circulares negras distribuidas por toda la columna. Observaciones: Se observa la formación de gases por el aumento de la película plástica.
Mes 3: Semana 1	1:1,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias negras irregulares se mantienen en la zona anaerobia y aparecen pigmentaciones rojizas y marrón en casi toda la columna con mayor intensidad en la zona Microaeróbica. Observaciones: Se les adiciona agua por su bajo nivel.
	1:1,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se mantienen las colonias negras de manera irregular, y aparecen las colonias o pigmentaciones rojizas marrón distribuidas por toda la columna. Aparecen pigmentaciones o colonias verdosas en la zona aerobia y Microaeróbica. Observaciones: Se le adiciono agua a la columna
	2:2,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se mantienen las colonias circulares negras distribuidas por toda la columna, Con presencia de pigmentaciones rojizas-marrón de gran tamaño en la zona aeróbica y microaerófila.

2:2,2	Aerobia	Se mantienen las colonias negras en la parte superior rodeando toda la columna, en la zona microaerófila hay una pigmentación irregular intensa verdosa, en la zona anaeróbica hay diversas pigmentaciones de color rojo y algunas pigmentaciones irregulares de intensidad violeta-rojizo (Ver Anexo 1-11). Observaciones: Las colonias presentan fusión de diferentes colonias.
	Microaerobia	
	Anaerobia	
3:3,1	Aerobia	En las zonas, aerobia y Microaeróbica, se presentan colonias o pigmentaciones irregulares entremezcladas de color negro y rojo con pigmentación puntiforme de color blanco. También hay presencia de colonias irregulares verdes y púrpuras con colonias rojizas en las zonas inferiores (Ver Anexo 1-12).
	Microaerobia	
	Anaerobia	
3:3,2	Aerobia	En la zona aeróbica hay pigmentaciones o colonias irregulares verdes y rojas, en la zona media se presentan colonias irregulares púrpuras sobre colonias negras. Observaciones: Se evidencia la formación de gases por el aumento de la película plástica.
	Microaerobia	
	Anaerobia	

Mes 3: Semana 3:	1:1,1	Aerobia	En la zona aerobia se presenta una gran pigmentación o colonia verde que abarca toda la forma de la zona superior de la columna de agua, hasta la parte inferior. Además, se extiende por toda la columna colonias verdes intensas, en la zona anaeróbica se observa pigmentaciones o colonias irregulares rojas, moradas y negras.
		Microaerobia	
		Anaerobia	
	1:1,2	Aerobia	La columna presenta una pigmentación o colonia de color verdoso de menor tamaño en la zona superior de la columna de agua. En la zona microaerófila existe una pigmentación o colonias negras, donde proliferan colonias púrpura irregulares. En la zona anaerobia hay pigmentación o colonias irregulares negras y rojas de gran tamaño (Ver Anexo 1-13) Observaciones: El agua se torna de color verdoso.
		Microaerobia	
		Anaerobia	
	2:2,1	Aerobia	

		Microaerobia Anaerobia	Se observan pigmentaciones o colonias de color morado o púrpura en la zona aeróbica y en la microaeróbica proliferan pigmentaciones negras. En la zona anóxica se presentan colonias pequeñas irregulares de colores rojizos.
	2:2,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Las colonias de la zona aeróbica presentan pigmentaciones o colonias irregulares fusionadas de colores verdosas, negros, rojos intensos y púrpuras. Además, hay una gran colonia o pigmentación verde que se extiende desde la zona aerobia a la microaeróbica, en la zona anaeróbica existen colonias irregulares rojizas con centro blanco puntiforme (Ver Anexo 1-14).
	3:3,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	La columna presenta una capa verdosa que se extiende sobre la parte superior de la columna de agua es decir hasta la zona aeróbica. Se presentan pigmentaciones o colonias cafés y negras que recubren la columna desde la zona aeróbica a la anaeróbica (Ver Anexo 1-15).
	3:3,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se observan colonias pigmentadas irregulares negras, café y púrpura interrelacionadas de gran tamaño intenso sobre toda la columna.
Mes 4: Semana 1	1:1,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Se registran coloraciones negras, verdosas y púrpura, a diferencia de la semana 1 en este punto las pigmentaciones negras se encuentran en la parte superior y las púrpuras en la parte inferior, comprobando la presencia de bacterias púrpura no del azufre (Ver Anexo 1-16).
	1:1,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	En esta columna más del 50% de la coloración es negra con pequeños pigmentos rojos – marrón indicando la presencia de cianobacterias o tiobacilos según Lopez (2008), una mínima parte con pigmento verde indica las bacterias verdes del azufre (Ver Anexo 1-17).
	2:2,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Para este momento, la columna se observa con el 100% de pigmentaciones de colores verde, rojo – púrpura y negro en proporción 48% - 2% - 50% (Ver Anexo 1-18).
	2:2,2	Aerobia Microaerobia	La columna muestra presencia solo de bacterias verdes del azufre en la parte inferior, en la parte

	3:3,1	Anaerobia Aerobia Microaerobia	superior se encuentran algas y cianobacterias. Solo una pigmentación pequeña de púrpura en la parte inferior se presenta indicando bacterias púrpuras no del azufre (Ver Anexo 1-19).
	3:3,2	Anaerobia Aerobia Microaerobia Anaerobia	Observaciones: En el último mes las coloraciones de las columnas no se pronuncian mucho por posibles ausencias de minerales que promueven los metabolismos de los microorganismos.
Mes 4 Semana 3	1:1,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	La columna presenta las mismas coloraciones de la semana 1 del mes 4, sin embargo, ya se observan zonas agrietadas en la parte inferior, producto de la deshidratación que requieren las bacterias para realizar su metabolismo (Ver Anexo 1-20).
	1:1,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Observaciones: En el último mes las coloraciones de las columnas no se pronuncian mucho por posibles ausencias de minerales que promueven los metabolismos de los microorganismos.
	2:2,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	La columna se encuentra totalmente invadida por bacterias verdes del azufre, en la parte superior se encuentra una película verde espesa la cual indica presencia de algas y cianobacterias (Ver Anexo 1-21).
	2:2,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	
	3:3,1	Aerobia Microaerobia Anaerobia	En la parte céntrica de la columna, se observan pigmentaciones avanzadas de color rojo-púrpura, lo cual indica que son bacterias púrpuras del azufre o no. (Ver Anexo 1- 22).
	3:3,2	Aerobia Microaerobia Anaerobia	Observaciones: En el último mes las coloraciones de las columnas no se pronuncian mucho por posibles ausencias de minerales que promueven los metabolismos de los microorganismos.

Fuente: autores

Las pigmentaciones que se encuentran en las columnas abarcan gran variedad de microorganismos que presentan diversidad metabólica, proceso por medio del cual, a partir de compuestos orgánicos, inorgánicos y luz obtienen energía en forma de ATP. Según Madigan et al., (2009), los organismos microscópicos tienen la capacidad de aprovechar cada ambiente que esté

de acuerdo con leyes físicas y químicas para su desarrollo, lo que les ha permitido habitar cualquier zona de la Tierra (Ver Figura 34).

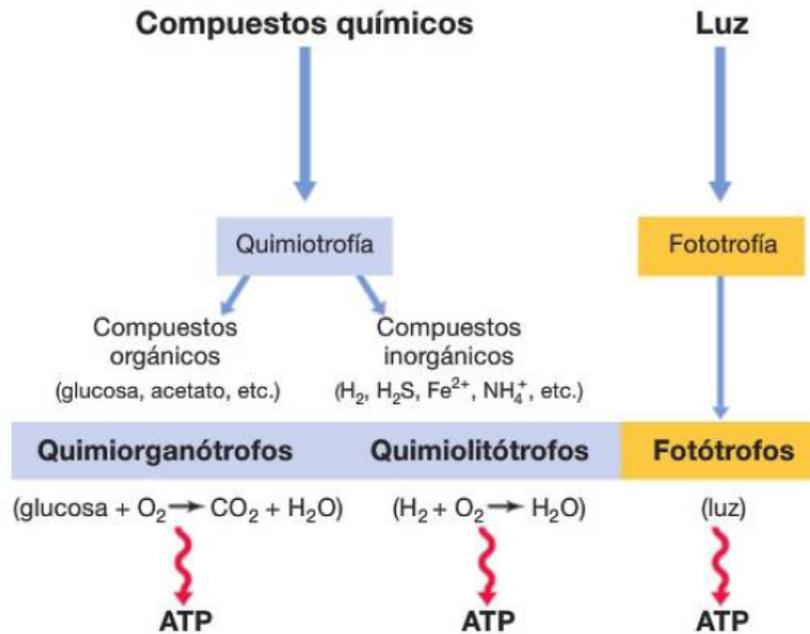


Figura 34. Opciones metabólicas para la obtención de energía

Fuente: Madigan et al., (2009)

En cuanto a las columnas de Winogradsky, los ecosistemas microbianos desarrollados toman la energía de diferentes nutrientes, en primera medida de los orgánicos como celulosa y cáscara de banano, a partir de un metabolismo quimiorganótrofo. Esta energía obtenida por oxidación es conservada en la célula en forma de ATP. También toman material inorgánico como cáscara de huevo, yeso y úrea para obtener energía mediante el metabolismo denominado quimiolitótrofia, en el cual a su vez oxidan compuestos como H_2 y H_2S derivados de desechos quimiorganótrofos, evidenciado de este modo su potencial para la explotación de recursos. De igual manera, aprovechan la luz solar como fuente de energía a partir del metabolismo fotótrofo, en donde se deriva el proceso fotosintético oxigénico que sintetiza O_2 y es característico de Cianobacterias y

algas, y el proceso fotosintético anoxigénico que no produce O₂ y se presenta en bacterias rojas y verdes (Madigan et al., 2009; Moreno et al., 2012; y López, 2008). Todas estas coloraciones de los extractos se muestran en las columnas y se describen en la tabla de seguimiento.

La columna en particular presenta los ciclos del azufre y nitrógeno, por lo que se generan bacterias nitrificantes y bacterias rojas o púrpura de sulfúreas (Ver Figura 35).

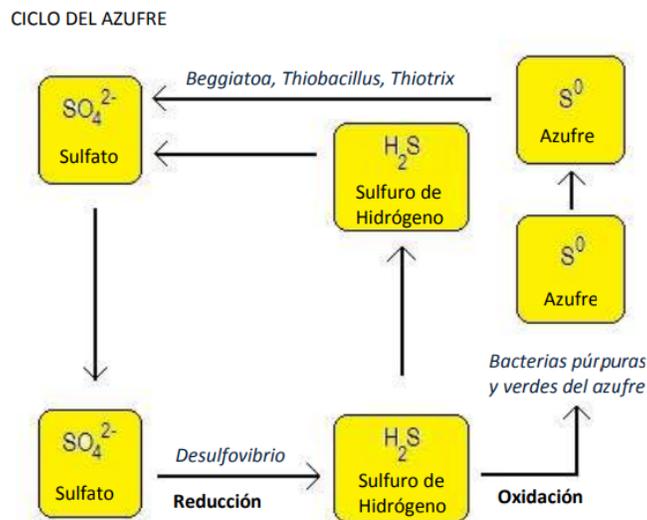
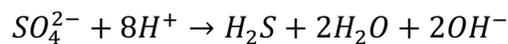


Figura 35. Ciclo del azufre, principal en los estudios de Sergei Winogradsky

Fuente: Madigan et al., (2009)

De acuerdo con las transformaciones biogeoquímicas presentadas en la columna, según Malajovich, (s.f), después de un tiempo de construcción de esta, el material orgánico es fermentado a partir del carbono contenido en la celulosa, y tomando un color oscuro debido a la producción de H₂S (es decir por reducción de sulfatos y sulfitos), a partir de la siguiente reacción:

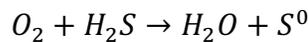


Este H₂S reacciona con el Hierro presente en el sedimento, generando sulfuro de hierro (III), que origina la coloración negra.

De este modo prácticamente el oxígeno del medio es consumido, formándose gradientes opuestos de oxígeno disuelto y sulfuro de hidrógeno.

Seguidamente se genera una zona con H_2S procedente del fondo, donde se da una fotosíntesis anoxigénica que genera bandas verdes y rojas (púrpuras). Estas bacterias corresponden a bacterias rojas (púrpuras) y verdes del azufre que no producen oxígeno ya que utilizan como elemento reductor H_2S y produce sulfatos SO_4^{2-} .

Posteriormente, se da un encuentro entre los gradientes de sulfuro de hidrógeno y oxígeno. En este el H_2S es oxidado hasta llegar a azufre elemental generando una coloración naranja y se desarrolla bajo la siguiente ecuación química:



En la zona superficial de la columna se tiene mayor presencia de oxígeno y menos azufre. Aquí se genera una fotosíntesis oxigénica, que permite a los microorganismos sintetizar la materia orgánica a partir de CO_2 . La incidencia de luz solar genera que en las células de las bacterias se presenten tonalidades fuertes como verde o roja (púrpura).

Por otra parte, a continuación, se señalan los posibles microorganismos que se desarrollan en las diferentes coloraciones a lo largo de la columna. Esta Columna, bajo el método de Winogradsky permite el desarrollo de microorganismos quimiotrofos (quimiorganótrofos y quimiolitótrofos) y Fotótrofos, debido a las condiciones aerobias, microaerobias y anaerobias. En las primeras semanas las bacterias que generan pigmentaciones negras en el lodo enriquecido son denominadas bacterias sulfo-reductoras o fermentadoras, los géneros más comunes son *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum* o *Desulfomonas* y sus pigmentaciones se deben a la precipitación de sulfuro en metales pesados, según lo planteado por Moreno et al., (2012).

En cuanto a las poblaciones bacterianas que generan pigmentaciones rojizas, en su mayoría son atribuidas a bacterias del azufre, entre los géneros más representativos se encontró a *Thiobacillus*, de morfología similar a un bastón o barra y tinción Gram negativa. Este se encuentra principalmente en la zona microaerobia es quimiolitótrofa, al igual que, *Beggiatoa* quien es de morfología filamentosa. Los géneros ya mencionados son capaces de oxidar el H₂S producto de las bacterias anaerobias de la profundidad, así que es posible que estos sean los gases generados en algunas observaciones. Así mismo, es posible encontrar el género *Thiothrix* de morfología filamentosa, quimiorganótrofos y Gram negativo.

Por otra parte, se encontró población de bacterias púrpuras no del azufre cuyos géneros más representativos son *Rhodospirillum* de morfología Vibrio espiral y *Rhodopseudomonas* de morfología de bastón. Estos géneros son fotoheterotróficos y requieren de baja presencia de oxígeno, además, son encontrados en la parte alta de la zona microaerobia. De la misma forma, se hallaron los géneros *Rhodomicrobium* y *Rhodobacter*, de los cuales algunos realizan fotosíntesis anoxigénica, que son capaces de fermentar y realizar fijación de N₂. Por último, se encontró *Chloroflexus*, quien se encuentra en el intermedio de la zona aerobia o microaerobia debido a requerimientos de oxígeno y sus pigmentaciones pueden ser una mezcla de verde-púrpura.

En cuanto a las bacterias que generan pigmentaciones de color púrpura, son atribuidas principalmente al género *Chromatium*, que es fotoheterótrofo y su morfología es ovalada o en barras, de tinción Gram negativa. Estos microorganismos son frecuentemente encontrados en la zona anaerobia y sus pigmentaciones varían de rojo a púrpura. De igual modo, es posible encontrar bacterias del género *Amoebobacter*, que es una bacteria que realiza fotosíntesis utilizando H₂S. Las bacterias de estos géneros tienen carotenoides que forman colores púrpura, rojo o marrón además de ser bacterias habituales de lagos

En las columnas, también es posible encontrar bacterias verdes del azufre cuyo crecimiento está dado desde las profundidades hasta la superficie. El género más frecuente es *Chlorobium*, su morfología es bacilar y realiza metabolismo fotolitotrófo y tiene la capacidad de utilizar como donante de electrones H_2S .

Por otro lado, en la zona superficial o aerobia también es común encontrar poblaciones de Cianobacterias, que se pueden visualizar como un tapete verde, algas eucariotas como *Clorofitas* y *Diatomeas* que mantienen el gradiente de oxígeno en la superficie.

Así mismo, se encontraron las bacterias reductoras de azufre, quienes tienen de género más representativo al *Desulfovibrio* de metabolismo quimioheterótrofo. Su morfología es similar a un *Vibrio* y es Gram negativo, utiliza los productos de fermentación ya sea sulfato, tiosulfato que dan como resultado H_2S , para difundirse a través de la columna creando complejos con el Fe y originando sulfuro ferroso negro. Por otra parte, las bacterias de pigmentaciones blancas son atribuidas a bacterias sulfo-oxidadoras. En cuanto a los microorganismos degradadores de celulosa se encontró a *Clostridium*, quien crece cuando la producción de oxígeno está agotada, estos organismos degradan la glucosa y celulosa que mueren al exponerlos con el oxígeno. En la zona más profunda de la columna también es habitual encontrar *Gallionella* quien tiene la capacidad de oxidar Hierro, este es quimiolitótrofo, al igual que las bacterias oxidadoras del hidrógeno, como el género *Acidovorax*. De forma similar, es posible encontrar en cuanto a las bacterias nitrificantes, géneros muy representativos como *Nitrobacter* y *Nitrosomonas*, pero en comunidades de laguna son más comunes los géneros de bacterias de agua dulce y suelo, tales como *Nitrosolobus* y *Nitrospira* (Margulis et al., 1986; Atlas y Bartha, 1998; Rogan et al., 2005; Madigan et al., 2012 y Malajovich, s.f).

En cuanto a lo planteado por Rogan et al., (2005) en un estanque los filos más dominantes pueden ser Proteobacteria, Bacteroides y Firmicutes, aunque no sean los únicos. De igual manera

reporta que en sus hallazgos la población más abundante en la superficie de la columna son las cianobacterias, y en poblaciones de profundidad lo son los filos *Firmicutes* y *Bacteroidetes*. Por su parte Esteban et al., (2015), plantean que en estas comunidades presentan un cambio al pasar el tiempo y es más notable en poblaciones de *Cyanobacteria*, *Chloroflexi*, *Nitrospirae*, y *Planctomycetes* que se incrementan al pasar el tiempo. Mientras *Proteobacteria* decrecen, y entre los organismos poco frecuentes se encontraron las cianobacterias como las *Anabaena*, además de hallar en las profundidades de la columna géneros como *Phormidium*, *Planktothrix*, *Firmicutes* como *Fusibacter*, *Trichococcus*, *Proteobacterias* del género *Dechloromonas*, *Luteimona* entre otros participes de ciclos del carbono, nitrógeno y azufre.

En lo concerniente a los microorganismos acuáticos de sustratos, es posible encontrar algunas poblaciones del orden Actinomicetales con más de 63 géneros, de igual forma es posible el hallazgo de hongos de la clase Hyphomycetes que son bastante estudiados por su actividad biológica y biodiversidad (De la Rosa y Gamboa, 2003).

8.1.3 Estimación de la microbiota cultivable

Al examinar las columnas, en la zona aerobia se encontró la presencia de algunas cianobacterias, diatomeas y flóculos de algas cianofíceas como las que se muestran a continuación.

Así mismo, se halló un nemátodo de vida libre como se indica en la Figura 36.

CIANOBACTERIAS

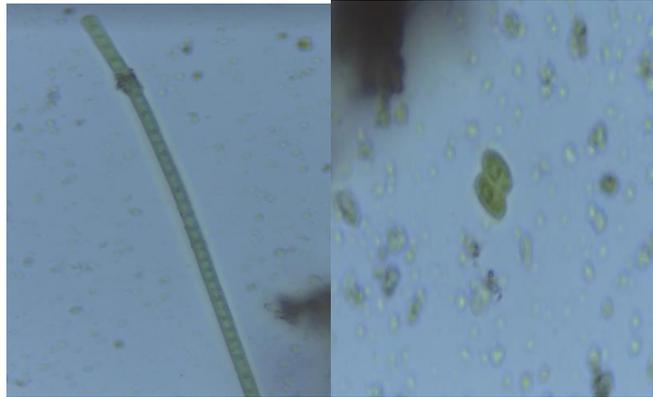


Figura 36. Cianobacterias encontradas en la zona superficial de la columna de Winogradsky, izquierda género *Oscillatoria*, derecha género *Gloeocapsa*

Fuente: autores

DIATOMEAS



Figura 37. Diatomeas vistas al microscopio óptico

Fuente: autores

NEMÁTODOS



Figura 38. Nemátodo de vida libre

Fuente: autores

Las cianobacterias fueron una de las primeras formas de vida, se encuentran en zonas aerobias debido a que son Fotótrofos anoxigénicos. Estas tienen como característica un color verde-azulado que proviene de los orgánulos fotosintéticos, entre ellas se encuentran las cianobacterias con morfología unicelular, colonial o en formas especializadas heterocistos. Así mismo las cianobacterias son células de gran tamaño, habituales en lagos o ambientes acuáticos (Madigan et al., 2009).

Por otra parte, se encontraron las diatomeas de las cuales existen más de 10000 especies, se caracterizan por ser organismos unicelulares y Fotótrofos que normalmente muestran una morfología simétrica y poseen una pared de sílice que los protege del aplastamiento. De esta manera, las frústulas se pueden conservar por mucho tiempo y al ser residentes son habituales en agua dulce y ambientes marinos (Madigan et al., 2009). Se puede decir entonces, que los organismos encontrados corresponden a los mencionados por la literatura para el tipo de columnas construidas y muestras tomadas, al hallar una cianobacteria filamentosa y una globular.

Así mismo, se tiene las diatomeas que presentan una pared y forma simétrica, las cuales son habituales en lagos y zonas húmedas. Por otra parte, se puede decir que los flóculos cianofitos presentados en las columnas de Winogradsky crecen en la superficie al ser fotoautótrofos y que la forma y tamaño (extensión) corresponde a las aguas eutróficas donde se tomó la muestra. Por último, se encontró un nemátodo de vida libre, de estos organismos se dice que son característicos del suelo y pueden sobrevivir en diferentes entornos al ser cosmopolitas; generalmente son atribuidos a parásitos de los humanos o animales.

En cuanto a los microorganismos sembrados en cajas de Petri se emplearon los medios comerciales Agar SPS (Sulfito Polimixina Sulfadiazina) y Agar Plate Count utilizados para el crecimiento de microorganismos oxidorreductores. Posteriormente para su identificación y validación se hizo uso de los de servicios de laboratorio Diagnosticamos S.A.S. Para este apartado se aplicó la metodología ya expuesta y mediante el uso del equipo vitek 2 compact que arroja un 98% de confiabilidad en los resultados, se determinaron las especies *Staphylococcus pseudintermedius*, *sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter haemolyticus*, *Staphylococcus Lugdunensis*, *Staphylococcus Aureus*.

De esta manera, *S. pseudintermedius* es un microorganismo Gram positivo y de importancia en la medicina veterinaria, dado que es comensal de la piel y mucosas en los caninos. Es descrito frecuentemente porque lo asocian a infecciones de la piel, los oídos, las vías urinarias y los huesos. Aunque hacia el año 2006 se reportó el primer caso de contagio en un adulto mayor de 60 años, no tiene alta incidencia en el ámbito de la salud (Sasaki et al., 2007) y (Bannoehr y Guardabassi, 2012). Esto indica que este microorganismo no es solamente un residente habitual en los animales como los caninos, si no que se puede encontrar en el ambiente, en este caso en el lodo de la laguna del parque.

Por otra parte, la especie de *Sphingomonas paucimobilis* es una bacteria Gram negativa no fermentadora, pertenece al filo de las proteobacterias, de comportamiento aeróbico y comúnmente es encontrada en el suelo y el agua. De las 13 especies de *Sphingomonas*, la descrita es la única especie que ocasiona infecciones en los seres humanos. La *Sphingomonas paucimobilis* es una bacteria ubicua en medios acuosos, suelo y puede ser aislada del ambiente hospitalario. Además, la *Sphingomonas paucimobilis* crece en una variedad de medios de cultivo, pero no crece en agar McConkey (Martínez y Ovalle, 2013; Maragakis et al., 2009) en este sentido se corroboró que la especie hace parte de la flora habitual de los suelos y se demuestra que los métodos empleados en el proyecto fueron pertinentes ante la variedad de metabolismos bacterianos que se pueden encontrar en este tipo de ecosistemas.

De otro modo, las especies de *Acinetobacter* son un género de bacterias Gram negativas que pertenece al filo Proteobacteria. Las especies de *Acinetobacter* son bacilos estrictamente aerobios, se encuentran ampliamente diseminadas en la naturaleza, siendo el agua y el suelo sus principales nichos ecológicos. Aunque existen múltiples focos, *Acinetobacter haemolyticus*, son oxidasa negativos, catalasa positivos, no fermentadores de glucosa y carecen de lisina descarboxilasa. La mayoría de las cepas no reducen los nitratos a nitritos, además, utilizan una amplia variedad de compuestos orgánicos como fuente de carbono (Salazar y Nieves, 2005; Garnacho, 2004). Para Akmar et al., (2006), a esta especie se le pueden atribuir capacidades de agente reductor de cromo hexavalente, que es compuesto altamente tóxico y cancerígeno. Lo que indica que el agua presenta una carga elevada de estos metales y por tanto permite el desarrollo de microorganismos en mención, validando una vez más, la no potabilidad o consumo directo sin tratamiento previo de esta agua por parte de los seres humanos.

El *Staphylococcus aureus* es un microorganismo en forma de cocos, Gram-positivo que se agrupa en racimos, perteneciente a la familia *Micrococaceae* y que se distingue de otras especies

de estafilococos por la coloración dorada de sus colonias debido a la producción de un pigmento caroteonide. Este organismo microscópico es una bacteria mesófila, aerobia facultativa capaz de crecer en amplios rangos de pH y temperatura.

El *S. aureus* es uno de los patógenos más importantes y versátiles de la especie humana, hace parte de la microbiota de la piel y mucosas en humanos, y otras se hallan en la microbiota de mamíferos y aves. La bacteria genera infecciones de piel y tejidos blandos, osteomielitis, neumonía, endocarditis y bacteriemias. De acuerdo con Rodríguez y Jiménez (2015) y Pahissa (2009), esta especie presenta gran capacidad de resistir a antibióticos.

Por su parte, el *Staphylococcus lugdunensis* es una especie de estafilococo coagulasa negativo. Fue descrito por Freney en 1988, descubierto por primera vez en Lyon, ciudad francesa, proveniente del Lugdunum. Este tipo de bacterias se establecen en la piel y mucosas nasales, generalmente son consideradas inocuas o patógenos oportunistas con poca virulencia. Este microorganismo, es considerado el responsable de infecciones en la piel y tejidos blandos como la celulitis, abscesos subcutáneos, endocarditis, e infecciones relacionadas con catéteres y bacteriemias (Cercenado, 2009).

Como se observa, las principales especies encontradas en las muestras de la Laguna del Jardín Botánico de Neiva pertenecen al filo firmicutes y proteobacterias. Lo cual quiere decir, que las especies cultivables en los agares comerciales, su presencia puede relacionarse a factores como por vertimientos de alcantarillados y contaminación presentes en la zona, por fuentes hídricas de la quebrada Matamundo que atraviesan los centros urbanos y se exponen a diferentes tipos de agentes contaminantes. Además, en los análisis bacteriológicos se encontró la *Escherichia coli* del filo proteobacterias y cuyo valor más alto registra 13.000 NMP/ml indicando que esta agua al tener valores evaluados de contaminación no es apta para el consumo humano.

8.2 Componente pedagógico

8.2.1. Diseño y validación del cuestionario

Con la finalidad de conocer las concepciones de los futuros docentes en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana, acerca de la diversidad metabólica, ciclos biogeoquímicos, la columna de Winogradsky y aspectos sobre la enseñanza de la microbiología. Se diseñó un cuestionario teniendo en cuenta los temas, objetivos de investigación, población participante y las finalidades del proceso de enseñanza y aprendizaje. Así mismo, se tomó como referente los contenidos establecidos en el Microdiseño Curricular del curso de Microbiología, orientado en el segundo semestre del plan de estudios.

El cuestionario consta de 8 preguntas donde se indagaron las concepciones de manera general, enfatizando en aspectos de tipo morfológico, fisiológico, industrial del mundo bacteriano y las implicaciones de la diversidad microbiana en actividades sobre ecología y lo ambiental. También, se contruyeron preguntas que abordan la enseñanza de la microbiología y la posibilidad de vincular herramientas alternas como la Columna de Winogradsky en el aula, partiendo de elementos propios del entorno, para este caso una laguna ubicada en el Jardín Botánico en la ciudad de Neiva.

Por lo anterior, se recurrió a las sugerencias de tres expertas con el fin de validar el cuestionario, los cuales contaban con experiencia en el campo de la enseñanza de la Biología y Didáctica de las Ciencias Naturales, con una amplia trayectoria en docencia e investigación en educación superior y la vinculación de la temática de estudio en los procesos formativos de futuros profesores. La primera experta es Licenciada en Biología y Química, Magíster en Ciencias Básicas en el área de Microbiología, y actualmente está asociada a la Universidad Surcolombiana. La segunda experta es Docente en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, para el Instituto de Educación y Conocimiento en la ciudad de Ushuaia, Argentina. Por

último, la tercera experta se encuentra Doctorando en Teoría e Investigación del Comportamiento, Magister en Biología, Etología y Fisiología Animal, con experiencia en la aplicación de los trabajos de campo en la enseñanza y está asociada a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Los expertos contribuyeron con información apropiada y pertinente, para poder cumplir con el propósito y objetivos del estudio. Entre las observaciones y sugerencias más relevantes que propusieron, se encontró la reformulación de algunas preguntas con el fin de ampliar algunas temáticas para indagar más concepciones (Tabla 29). Dichas recomendaciones se tuvieron en cuenta al momento de modificar el cuestionario o test (Anexo 2).

Tabla 29. Matriz de validación de las preguntas para indignación de concepciones sobre la microbiología y la comuna de

Winogradsky en el contexto educativo y su contribución a la formación docente

	Indaga- Concepciones		Claridad		Lenguaje		Redacción		Imágenes		Comentarios
	Si	No	Clara	Confusa	No adecuado	Adecuado	No adecuado	Adecuado	Apropiado	Inapropiado	
Pregunta 1	¿Qué sabes sobre microorganismos? Explícalo y represéntalo con un dibujo.										
Experto 1	X		X			X	X			X	<i>“La representación de los microorganismos se limita a su morfología”</i>
Experto 2	X			X	X		X		X		<i>¿Podrías explicar qué son los microorganismos? Dibuja algunos ejemplos de microorganismos</i>
Experto 3	x		x			x		x	NA		
Pregunta 1 modificada	La pregunta no se modifica										
Pregunta 2	Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a: -Morfología microbiana -Fisiología microbiana -Ecología y medio ambiente -En el área de la salud										

Experto 1	X		X			X	X		X		<i>“Falta incluir las características de los microorganismos en la alimentación”</i>
Experto 2	X		X		X		X		X		<i>-Morfología -Fisiología microbiana -Ecología -Salud</i>
Experto 3	X		X				X		X	NA	<i>La pregunta está bien formulada, pero a mi juicio privilegia la memoria. Qué tal si más bien se coloca un gráfico en el que por ejemplo se ilustre el crecimiento típico de un microorganismo y las condiciones que lo determinan y entonces se formula una situación problema y se plantean diversas cuestiones que permitan</i>

											<i>evidenciar el saber del estudiante.</i>	
Pregunta 2 modifica da	2. Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a: -Morfología -Fisiología -Ecología y medio ambiente -En el área de la salud -En la industria alimentaria											
Pregunta 3	Sara invita a comer a Juliana, de bebida acompañante piden una Smirnoff (cerveza), ellas sin intención dejan el envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han crecido unos microorganismos oscuros, así que desean averiguar que creció allí ¿cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?											
Experto 1		X	X			X	X			X		<i>“La pregunta no indaga ideas previas pues en ella se dice que lo desarrollado en la bebida son microorganismos”</i>
Experto 2	X		X		X		X			X		
Experto 3	X		X			X	X			NA		<i>Creo que no es necesario, señalar la marca de la cerveza. ¿Por otra parte, si están en un restaurante, como lo da a entender la pregunta, cómo es que ellas pueden notar la presencia de los microorganismos?</i>

												<i>Es un error "simple" de redacción, pero es mejor evitarlos. Finalmente, si es un microorganismo ¿cómo ellas lograron observar a simple vista, no sería mejor señalar unas manchas de color oscuro? Creo que eso permitiría explorar más ideas previas.</i>
Pregunta 3 modificada	Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí ¿cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?											
Pregunta 4	¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?											
Experto 1	X		X			X		X	X			
Experto 2	X		X		X		X		X			
Experto 3		X	X		X			X	NA			<i>Creo que esta pregunta, debería reformularse. A mi juicio no es del tipo de preguntas que conviene</i>

												<i>hacerse cuando el objetivo es conocer las ideas previas. Recomiendo revisarla. Creo que sería más interesante, por ejemplo colocar una imagen de la columna y formular una situación problémica con varias preguntas.</i>
Pregunta 4 modificada	La pregunta 4 no se modifica											
Pregunta 5	Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no? ¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?											
Experto 1	X		X			X		X	X			
Experto 2	X		X		X		X		X			
Experto 3	X		X			X		X	NA			
Pregunta 5	La pregunta 5 no se modifica.											

modifica da											
Pregunta 6	¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? ¿por qué?										
Experto 1	X		X			X		X	X		
Experto 2	X		X		X		X		X		
Experto 3	X		X			X		X	X		Considerando el objetivo del cuestionario, esta pregunta debería reformularse para poder recabar más información.
Pregunta 6 modifica da	La pregunta 6 no se modifica										
Pregunta 7	¿Qué estrategias didácticas, pedagógicas o TIC (tecnologías de la información y la comunicación) aplicarías en tu ejercicio docente para la enseñanza y aprendizaje de la microbiología?										
Experto 1		X	X			X		X	X		“Esta pregunta para estudiantes del semestre en el que cursan la asignatura (segundo semestre) no es pertinente”
Experto 2	X		X		X		X		X		
Experto 3	X		X			X		X	X		

											Sugiero que además de preguntar qué estrategias emplearían se pregunte por cómo, lo harían y con qué objetivo.
Pregunta 7 modifica da	Imagina que estás en una Institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales o actividades emplearías para el desarrollo de la clase? ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase? ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?										
Pregunta 8	8. ¿Consideras que las prácticas extramuros o salidas de campo facilitan la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles?										
Experto 1	X		X			X		X	X		<i>“La segunda pregunta debe complementarse: ¿Cuáles conocimientos?”</i>
Experto 2	X		X		X		X		X		
Experto 3	X		X								<i>Esta pregunta también puede ser reformulada, pues considero evidente que una práctica extramuros facilite la construcción de conocimiento. Lo que habría que preguntar es qué tipo de conocimientos,</i>

8.2.2. Concepciones iniciales del profesorado en formación

En este apartado se presenta la sistematización de la información en categorías y subcategorías obtenida en el pre test aplicado a los docentes en formación. Para la estimación en la estructura de la respuesta se realizó una valoración que va de 4 a 1, siendo 4 y 3 los valores más altos que corresponden a las concepciones más aproximadas a definiciones de tipo biológico y que son comúnmente aceptadas en la literatura científica. Por el contrario, los valores 1 y 2 son los inferiores y que hacen referencia a las concepciones generadas por el profesorado que se alejan de las reportadas, y pueden ser catalogadas como alternativas (Ver Tabla 30)

Tabla 30. Sistema de Categorías encontradas inicialmente

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
¿Qué sabes acerca de los microorganismos?	Microbiología	Seres vivos microscópicos	1
		Procariotas	1
		Hongos, virus, bacterias y morfotipos	2
		Unicelulares y pluricelulares	2
		Colonizadores	3
		Múltiple	4
Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a	Morfología	Propiedades de los microorganismos	1
		Microscópicos y unicelulares	2
		Cocos, Bacilos y Espirilos	3
		Órganos facultativos (Cápsulas, fimbrias, etc.)	3
	Fisiología	Patógenos	1
		Funciones y Componentes celulares	1
		Componentes intracelulares	2
		Procesos Biológicos	3
Ecología y ambiente	Ecología y ambiente	Sistematizan sus componentes estructurales	3
		Beneficios al ser humano	3
		Degradación de compuestos	1
		Microorganismos extremófilos	2
		Actúan en los ciclos biogeoquímicos	3

		Biorremediación y fertilización	3
		Ubicuos	3
		Patógenos	1
	En el área de la salud	Tienen Beneficios en la salud	2
		Producción de antibióticos o medicamentos	3
		Ubicuidad en el ser humano	3
	En la industria y alimentación	Fermentación	1
		Conservación de alimentos	2
Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intensión dejan el envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí ¿cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?	Nutrición y factores ambientales.	Analizar en laboratorio	1
		Análisis de características ambientales	2
		Revisión de la literatura	3
		Indagación, aislar y tinción de Gram	4
¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?	Columna de Winogradsky	No responde	1
		Desarrollo de metabolismos bacterianos	2
		Crecimiento de microorganismos a partir de elementos orgánicos y químicos	3
Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así	Nutrición ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?	Temperatura óptima	1
		Ubicuidad	2
		Adaptación	2
		Factores atmosféricos y medio ambientales	3
		Nutrientes necesarios	4
	Factores ambientales	Si, son iguales mismo alimento	1

sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no? ¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?	¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?	No, factores ambientales	2
		No, por adaptación	2
		No, por diferentes colonizadores	3
		No, por factores inhibidores	3
¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? ¿Por qué?		No, por factores nutricionales	4
		No, por complejidad y falta de recursos.	1
	Enseñanza de la microbiología	Si, aprendizaje	2
		Si, enseñar la importancia de los microorganismos	3
Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales o actividades emplearías para el desarrollo de la clase? ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase? ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?		Materiales educativos	1
		Fómites y alimentos	2
		Practica de laboratorio	2
	Materiales de una clase de microbiología.	Recursos audiovisuales	2
		Medios artesanales	3
		Salida de campo y columna de Winogradsky	3
		Elementos artesanales, didácticos y teórico prácticos	4
		Enseñanza tradicional	1
		TICS y enseñanza expositiva	2
		Enseñanza innovadora	3
	Salidas de campo	3	
	Realización de una clase de microbiología.	Enseñanzas didácticas (Utilización de maquetas, gráficos, puzzles, laboratorios)	3
	Clase innovadora con elementos artesanales o interactivos	4	
	Fundamentación de una clase de microbiología.	No realizaría Enseñanza microorganismos y ubicuidad	1
			1

		Enseñar beneficios en hombre o Naturaleza	2
		Incentivarlos a la investigación	3
¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitan la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?	Relación de las prácticas extramuros y construcción de conocimiento.	No es pertinente	1
		Si, conocer espacios más Equipados (2)	2
		Si, aprendizaje y generación de conocimiento	2
		Si, interactuar con el medio ambiente	3
		Si, Contrastar teoría - práctica	4

Fuente: autores

A continuación, se muestran los hallazgos del cuestionario inicial, denominado (CI) aplicado a 22 docentes en formación que en adelante se representará como (DF). Para ello en primer lugar, presentamos las tendencias de los resultados, posteriormente agregamos algunas evidencias y finalmente realizamos un análisis desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias Naturales y de la Biología. En cada uno de los casos, como se mencionó anteriormente la valoración de las categorías, está dada por valores más altos (4 y 3) y los valores inferiores (1 y 2).

¿Qué sabes acerca de los microorganismos?

Tabla 31. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N. 1*

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
¿Qué sabes acerca de los microorganismos?	Microbiología	Seres vivos microscópicos y procariotas	1
		Hongos, virus, bacterias y morfotipos	2
		Unicelulares y pluricelulares	2
		Colonizadores	3
		Múltiple	4

Fuente: autores

Para la primera pregunta (Ver Tabla 31) se indagó a los docentes en formación sobre su conocimiento acerca de los microorganismos, se logró identificar cuatro subcategorías: *Seres vivos microscópicos y procariotas*; *Unicelulares y pluricelulares*; *Colonizadores*; y *Múltiple*. De esta manera, se evidencia que, para el profesorado los microorganismos en su mayoría son únicamente seres vivos pequeños, que no son visibles a simple vista y al parecer solo están vinculados al grupo de los procariotas, las frecuencias para cada subcategoría se muestran en la Figura 39.

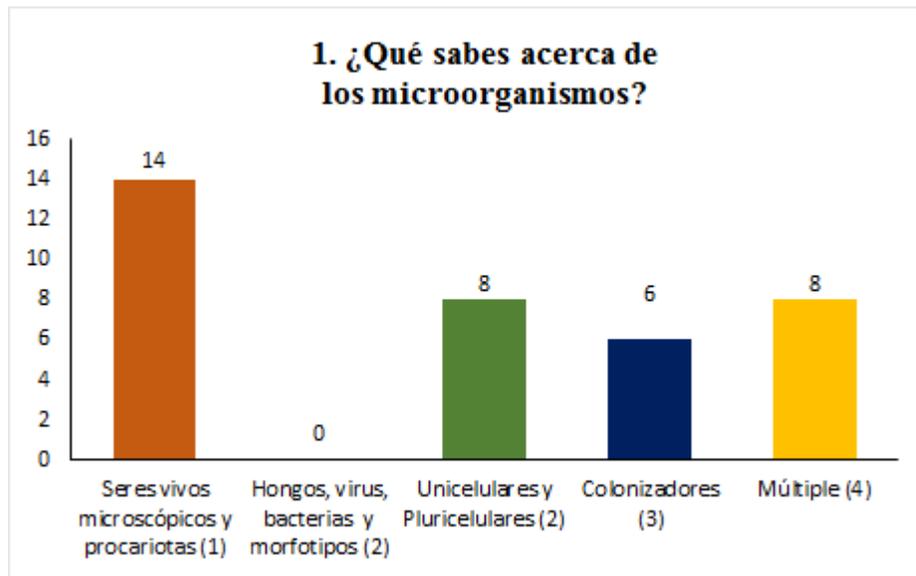


Figura 39. Concepciones sobre los microorganismos hallados en CI

Fuente: autores

A partir de lo anterior, se observa que la subcategoría mayoritaria en el cuestionario inicial corresponde a una visión reduccionista sobre los microorganismos por parte de los futuros docentes, al considerarlos como *seres microscópicos y procariotas*, evocando contenidos aprendidos en niveles educativos como los son la básica primaria o secundaria (14 DF, 64,6%). Las siguientes subcategorías con mayor frecuencia, son *unicelulares y pluricelulares* y *múltiple*. Las cuales, hacen referencia al reconocimiento morfológico y fisiológico de los microorganismos, entendiendo que poseen organizaciones celulares variables y en donde la funcionalidad puede

depender de factores internos y externos (6 DF, 27,2%). Ya en un plano de menor incidencia, corresponde a *colonizadores*, apreciando una concepción más amplia. Puesto que se reconocen aspectos de la ecología y del comportamiento en diferentes entornos de este grupo de seres vivos (2 DF, 9%). Es evidente que son pocos los futuros docentes que reconocen estos aspectos para el grupo biológico de estudio, lo cuales permiten inferir que desconocen características de la diversidad microbiana, pues se limitan al grupo bacterias como constituyentes únicos de este dominio, dejando de lado a organismos como hongos, virus y protozoarios.

A continuación, se presentan algunas de las concepciones que refieren los futuros docentes respecto a microorganismos de manera textual.

E1.P1 [Haciendo referencia a la pregunta número 1 ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?] *“Los microorganismos son organismos vivos que no son vistos a simple vista, pero se encuentran en cualquier superficie, estos pueden ser necesarios para procesos naturales biológicos, pero también pueden ocasionar daños o ser patógenos para la vida animal”.*

E9.P1. [Haciendo referencia a la pregunta número 1 ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?] *“Son los seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio y se encuentran en todos los ambientes”*

E4.P1. [Haciendo referencia a la pregunta número 1 ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?] *“Los microorganismos son muy versátiles capaces de adaptarse a ambientes en los que comúnmente se cree que no hay vida, en estando en muchos o todos los ambientes del planeta. Algunos microorganismos son versátiles y están presentes en casi todas las partes del planeta.”*

De acuerdo con lo anterior, los microorganismos son considerados como *organismos diminutos* término acogido posiblemente porque la microscopia, surgió paralelamente a la

microbiología, y con ello el uso del microscopio como objeto importante en el estudio de esta rama de la ciencia (Madigan et al., 2009). Seguidamente y de acuerdo a los planteamientos abordados por los docentes en formación, Pulido (2006) indica que debido a que la diversidad de microorganismos no puede ser observados a simple vista, la enseñanza se convierte en un reto formativo para transformar las representaciones y conocimientos de estos organismos microscópicos y su impacto en distintos campos. Igualmente, Durango (2012) plantea que el uso de términos para explicar la microbiología se hace necesario, pero estos se tornan de difícil comprensión por parte de los estudiantes.

De igual manera, en repetidas ocasiones los microorganismos son asociados como agentes patógenos por enfermedades de importancia médica, como las ETA (Enfermedades de Transmisión Alimentaria) o el SIDA (Síndrome de Inmuno Deficiencia Adquirida). Pero poco o nada se habla de las funciones favorables en la salud, el equilibrio ambiental, los ciclos biogeoquímicos, aspectos biotecnológicos, entre otros. Finalmente, a pesar de que los microorganismos pueden colonizar los diferentes medios tales como acuáticos (océanos, lagos, estanques, hielos, fuentes termales, corrientes), terrestres (suelo, profundidades bajo la superficie), aire u otros organismos vivos (Tortora et al., 2007). De este modo, se considera que la mayoría de los docentes en formación, no reconocían en un inicio la ubicuidad, como una característica de este grupo de organismos, rezagándolos a condiciones de vida inhóspita.

En este sentido, se solicitó en el cuestionario al profesorado que representaran las ideas que tenían sobre los microorganismos a través de un dibujo, que de acuerdo con Moscovici (1985, citado en Pulido, 2006), las esquematizaciones tienen como objeto justificar, describir o explicar una concepción. En las Figuras 40, 41 y 42 se puede observar lo planteado en tres casos.

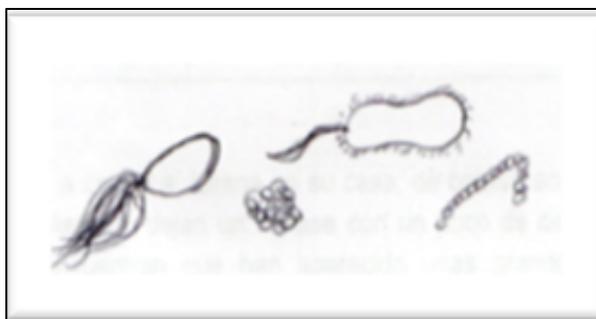


Figura 40. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E1.P1.

Fuente: autores

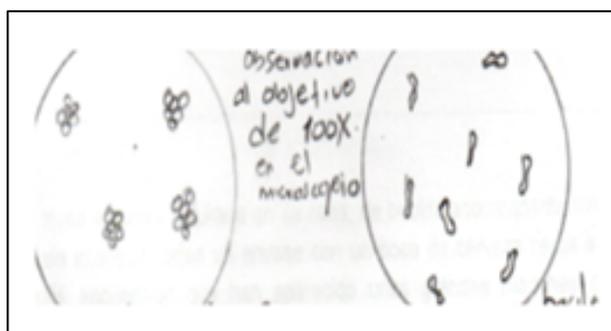


Figura 41. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E10.P1.

Fuente: autores

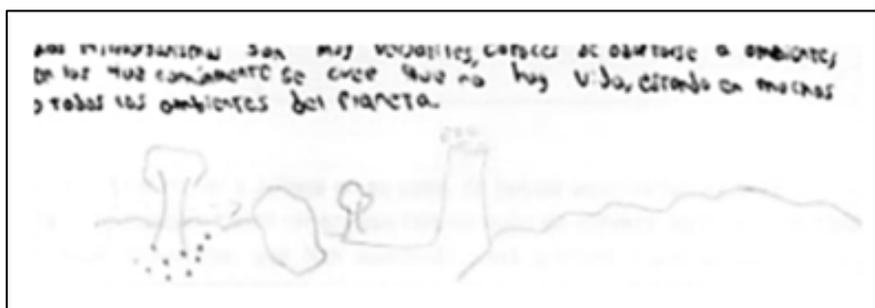


Figura 42. Dibujo sobre los microorganismos del estudiante E4.P1.

Fuente: autores

Con respecto a las figuras anteriores, se puede plantear que los estudiantes tienen unos saberes de acuerdo a las interrelaciones sociales, culturales y científicas que le permiten dibujar los microorganismos como células de formas cilíndricas o esféricas. Frente a esto, Díaz y Jiménez (1996) afirman que los estudiantes representan de manera morfológica las células mediante dibujos

con líneas curvas, circulares, elípticas o de manera hexagonal (forma de un panal de abejas). Estas representaciones del contorno de las células (haciendo referencia a la pared celular) y el núcleo, en su mayoría son gestadas quizás a través de fotografías, dibujos o esquemas idealizados de sus estructuras y componentes en los textos de ciencias.

De esta manera, Gómez y Gavidía (2015) plantean que a través del lenguaje visual se incorpora a la estructura cognitiva información que facilita las descripciones en la construcción de conocimiento y facilita una mejor forma de rescatar los conceptos, pues una imagen relaciona de forma directa los modelos mentales de acuerdo con su percepción o imaginación de un mundo real. Por otro lado, se deduce que las representaciones celulares de microorganismos en el profesorado son superficiales, sencillas y poco eficientes, además, de tener la dificultad de representar los organismos a escalas incoherentes a las señaladas. Adicionalmente, para los futuros docentes estos sólo son visibles al microscopio y colorantes, puesto que se hace alusión al microorganismo como individuo y no a aquellos que forman colonias y se aprecian en otras manifestaciones.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a Morfología

Con relación a la segunda pregunta con la temática morfología, se observa que los docentes en formación fundamentaron su concepción en las diversas formas que presentan las bacterias. De acuerdo con lo anterior se encontraron cuatro subcategorías: *Propiedades de los microorganismos; Microscópicos y unicelulares; Cocos, bacilos, Espirilos; Organismos facultativos (cápsulas, fimbrias, Etc.)*, los valores se registran en la Tabla 32.

Tabla 32. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 2.1

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
------------------------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------

		<i>Propiedades de los microorganismos</i>	1
		<i>Microscópicos y unicelulares</i>	2
<i>Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a :</i>	<i>Morfología</i>	<i>Cocos, bacilos, espirilos</i>	3
		<i>Órganos facultativos (Cápsulas, fimbrias, etc)</i>	3

Fuente: autores

Las subcategorías relacionadas anteriormente, nos permiten evidenciar que el profesorado posiblemente presenta mayor claridad frente a temas relacionados con la morfología bacteriana (11 DF, 50%), al mencionar los diferentes morfotipos como *cocos, bacilos, espirilos*, etc. Seguido a ello, tal vez presentan facilidad para diferenciar la forma estructural interna o externa de la célula bacteriana por lo que nombran algunas estructuras que constituyen los microorganismos tales como *cápsulas, fimbrias*, entre otras (6 DF, 27,2 %). En menor medida algunos de ellos se alejan de la referencia teórica debido a las concepciones alternativas que presentan. Puesto que se refieren principalmente a definiciones sin una estructuración y solidez respecto al rasgo morfológico, haciendo alusión únicamente a las bacterias y desconociendo otros organismos pertenecientes a este dominio (Ver Figura 43).

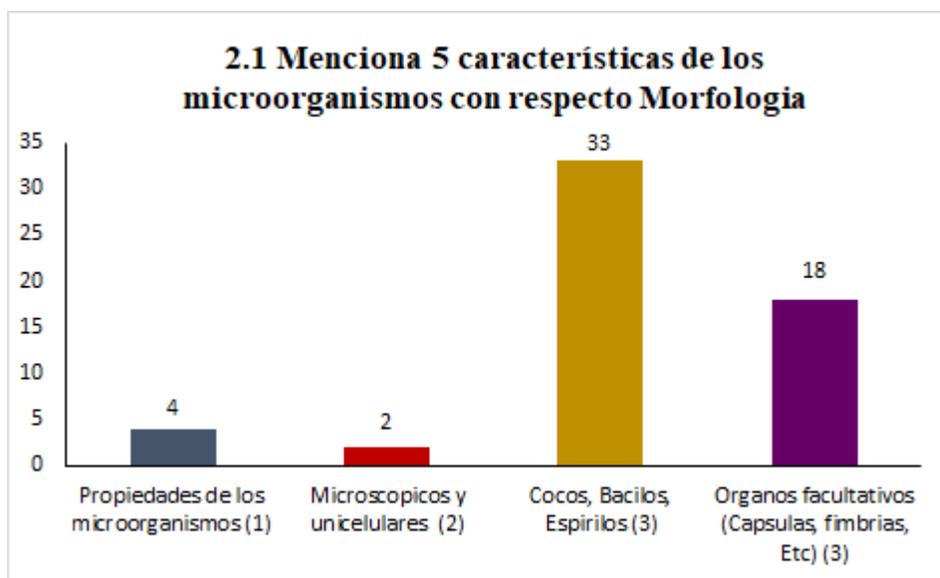


Figura 43. Concepciones iniciales sobre morfología de los microorganismos

Fuente: autores

A continuación, se muestran algunas evidencias textuales.

E21.P2.1 [Haciendo referencia a la pregunta 2.1. “Características de los microorganismos con respecto a la morfología”]. “*cocos, bacilos, cadenas de cocos racimos, espirilos, espiroquetas.*”.

E7.P2.1. [Haciendo referencia a la pregunta 2.1. “Características de los microorganismos con respecto a la morfología”] “*Pilis, flagelo, cápsula, citoplasma, ribosomas.*”

De acuerdo con las concepciones del profesorado y realizando una revisión al término morfología celular que se refiere a la forma de las células. Se encontró que a las bacterias con morfologías ovoide se les denomina *coco*, cuando presentan forma cilíndrica se denominan *bacilo*, algunos bacilos en forma de espiral *espirilo*, en forma de sacacorchos *espiroquetas* o también de forma larga y delgadas *filamentosa* (Madigan et al., 2009). De esta manera, se evidencia que un gran porcentaje del profesorado se acerca a las concepciones morfológicas adecuadas y otro gran

porcentaje se alejan debido a que no realizan una comprensión de los conceptos y solo se detienen en aprender los términos, inclinándose a su forma estructural y no su morfología. Esto es planteado por autores como Madigan et al., (2009) y Tortora et al., (2007), cuando mencionan la existencia de dos tipos de células con componentes esenciales en la membrana citoplasmática, la pared celular, las inclusiones, el flagelo y otras estructuras.

Así pues, las eucariotas y procariotas presentan características diferenciales, en las células eucariotas las estructuras denominadas orgánulos están limitadas por membranas y con núcleo definido, mientras que las procariotas tienen una estructura interna más simple, carecen de orgánulos rodeados de membranas. Retomando de nuevo a los escritos textuales, se aprecian características estructurales propias de las células procariotas en especial las bacterias y no a las eucariotas como protozoos, hongos y algas. Esto, según lo plantea Pulido (2006), se debe en gran medida a que los textos de microbiología general abordan las bacterias como base para el acercamiento al mundo microbiano, puesto que el desarrollo histórico de los microorganismos, las explicaciones y métodos de investigación se desarrollaron a partir del trabajo bacteriano en los diferentes procesos de fermentación, ubicuidad y metabolismo.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a Fisiología

En lo que respecta a la pregunta N. 2.2 con la temática de fisiología de los microorganismos, se interpreta que los futuros docentes relacionan a estos seres con los diversos procesos biológicos que se llevan a cabo en la célula, y bajo el mismo aspecto pero en menor medida perciben la síntesis de los componentes estructurales como función de los microorganismos, generando así cuatro subcategorías: *Patógenos, Asociaciones celulares e intracelulares ; Procesos Biológicos; Sintetizan sus componentes estructurales* (Ver Tabla 33).

Tabla 33. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 2.2

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a</i>	<i>Fisiología</i>	<i>Patógenos</i>	1
		<i>Asociaciones celulares e intracelulares</i>	2
		<i>Procesos Biológicos</i>	3
		<i>Sintetizan sus componentes estructurales</i>	3

Fuente: autores

De igual forma en la Figura 44, se evidencia que el profesorado en formación entiende la fisiología de los organismos microscópicos primordialmente a nivel celular. Es por ello que en su mayoría el profesorado se acerca a la subcategoría de *procesos biológicos* (7 DF, 28%) haciendo mención a procesos de interacción entre organismos, producción de nutrientes, toxinas, transferencia de material genético. Sin embargo, en esta subcategoría además se asoció las funciones que cumplen los microorganismos en la naturaleza, tales como, procesamiento de material orgánico en nutrientes para las plantas, fermentación, biorremediación, etc. Por otra parte, en la subcategoría *Asociaciones celulares e intracelulares* (10 DF, 40%) se deduce que el profesorado en su momento no contaba con claridad acerca de la concepción de fisiología en los microorganismos, debido a la mención de relaciones celulares o componentes morfológicos de la célula bacteriana tanto interna y externa; siendo la morfología y la fisiología temas indistintos para ellos. Finalmente, se encontró que en menor proporción hablan de las *síntesis de componentes* (1 DF, 4%), la incorporación de nutrientes o metabolismo como un proceso fisiológico, no obstante, aún no se conciben dentro de la temática la respiración celular como función vital de estos seres vivos.

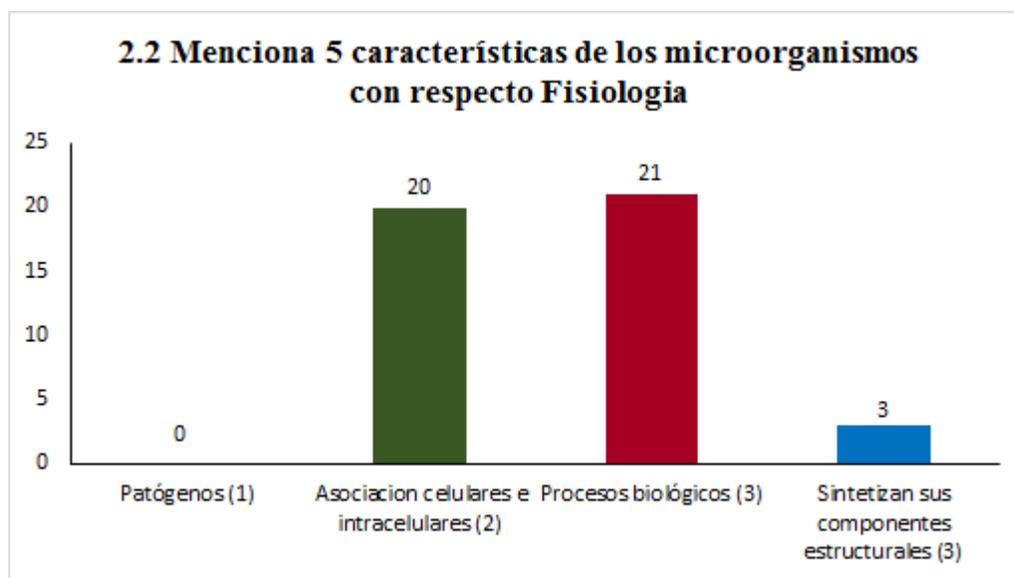


Figura 44. Concepciones iniciales sobre la fisiología concebida por el profesorado en formación

Fuente: autores

Adicional a lo anterior, se detallan algunas concepciones con respecto a la fisiología de manera textual encontradas en las concepciones del profesorado.

E15.P2.2. [Haciendo referencia a la pregunta 2.2 “Características de los microorganismos con respecto a la Fisiología”] “*Comprende las funciones realizadas por esto, el crecimiento, sus componentes son celulares*”

E7.P2.2 [Haciendo referencia a la pregunta 2.2 “Características de los microorganismos con respecto a la Fisiología”] “*Nutrición; factores físicos; crecimiento*”.

Con relación al planteamiento de Varela y Grotiuz (2008), la fisiología bacteriana se refiere a los procesos de síntesis e incorporación de nutrientes a través de su metabolismo, crecimiento, respiración y reproducción (transferencia de material genético). Es por ello, que se hace pertinente conocer las concepciones sobre funciones de los microorganismos, como fue el momento en el CI., en donde el profesorado hacía referencia a las funciones prácticas como el hábitat de las especies microbianas, la acción de unos antibióticos, entre otros. Lo que nos permite decir que en menor

medida los futuros docentes, hacen alusión a las funciones que cumplen los microorganismos especialmente las bacterias en áreas de la salud, industrial, biorremediación etc. Un mayor porcentaje lo relacionan con sus componentes estructurales (peptidoglicano, proteínas, etc.) y no con la síntesis de estas mismas.

En aspectos relacionados a la fisiología bacteriana, se deduce que para el momento el profesorado no ha tenido progresiones significativas en cuanto algunas nociones del tema, pues según planta Rodríguez (2000), el conocimiento de las concepciones previas del alumnado es muy preciso para el proceso de adquisición del conocimiento que llevan a cabo, pues se aprende sobre la base de lo que ya se conoce. Y en los profesores en formación se evidencia que aún persisten conceptos estudiantiles como lo menciona Parra (2015), afirmando que los estudiantes de la básica primaria no reconocen procesos de respiración, nutrición, además de asociarlos exclusivamente a microorganismos como las bacterias.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a Ecología y medio ambiente

En lo que refiere a la pregunta 2.3, se encontraron cuatro subcategorías: *Degradación de compuestos; Microorganismos extremófilos; Biorremediación y fertilización; ubicuos* (Ver Tabla 34).

Tabla 34. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 2.3

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a</i>	<i>Ecología y medio ambiente</i>	<i>Degradación de compuestos</i>	<i>1</i>
		<i>Microorganismos extremófilos</i>	<i>2</i>

<i>Biorremediación y fertilización</i>	3
<i>Ubicuos</i>	3
<i>Actúan en los ciclos biogeoquímicos</i>	3

Fuente: autores

En la Figura 45, se evidencia que los docentes en formación tienden a asociar a los microorganismos como restauradores ecológicos de los diferentes ambientes (8 DF, 36,3%), que ayudan a la fertilización de los bosques y plantas, entendiéndose así el beneficio que nos ofrecen. Otro gran porcentaje asocian la ecología y el ambiente microbiológico a la existencia de organismos extremófilos (6 DF, 27,2 %) tales como xerófilos, osmófilos, alcalófilos, entre otros, que pertenecen a un nicho y condición ecológica particular. Finalmente, en menor porcentaje conciben a los microorganismos como ubicuos (1 DF, 4,5%), es decir se encuentran en todos los ambientes como bosque, rocas, agua y demás, adaptándose a las diferentes factores fisicoquímicos y biológicos.

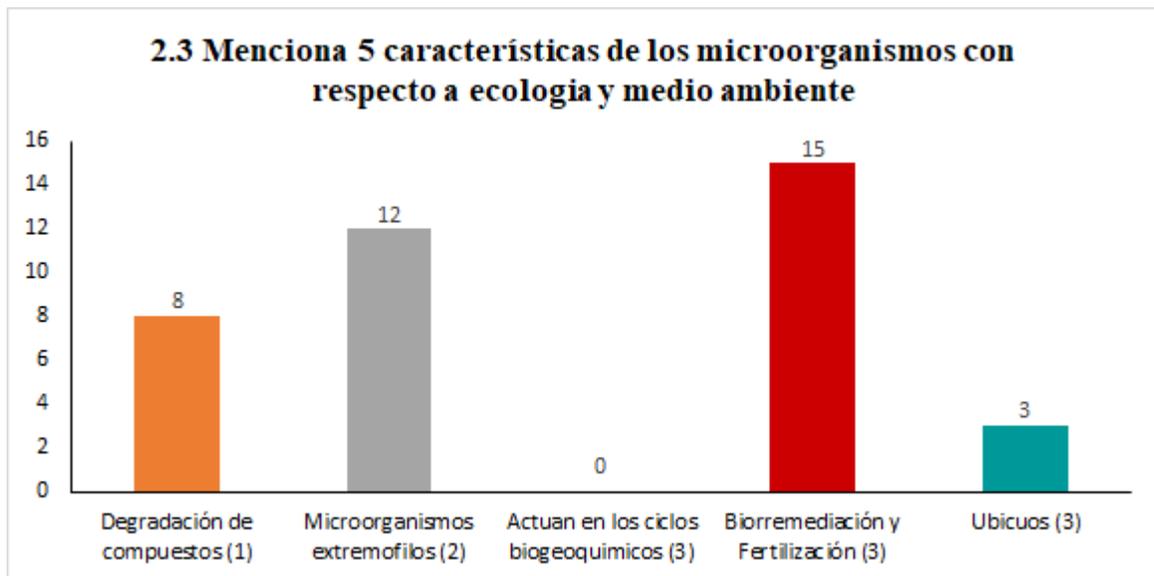


Figura 45. Concepciones iniciales sobre Microorganismos en la ecología y ambiente.

Fuente: autores

A continuación, se exponen algunas de las concepciones que los futuros docentes aluden respecto a microorganismos en la ecología y el ambiente de manera textual.

E21.P2.3 [Haciendo referencia a la pregunta 2.3 “Características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente”]. *“Habitan en todos los lugares del planeta, toman los nutrientes de cada una de las partes del medio, proporcionan y viven del suelo”*

E8.P2.3. [Haciendo referencia a la pregunta 2.3 “Características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente”]. *“Biorremediación; degradación de compuestos.”*

E12.P2.3. [Haciendo referencia a la pregunta 2.3 “Características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente”]. *“Ayudan a la nutrición de suelos, prolifera el agua y nutrientes, tienen ambientes importantes en el crecimiento, desempeñan funciones de ayuda a las plantas y animales, cuida y protege el medio”*

Partiendo de las concepciones expuestas por los docentes en formación Madigan et al., (2009) exponen que los microorganismos generan funciones destacadas como agentes fertilizantes del suelo y en el entramado de la tierra. De esta manera, en la relación hombre, plantas y animales se vinculan íntimamente actividades microbianas como el ciclo de nutrientes esenciales y degradación de materia orgánica y química.

Es evidente de esta manera, que los docentes en formación tienen una noción bastante arraigada en lo concerniente a la estabilidad de los ecosistemas que generan los microorganismos, ocasionadas quizás en temáticas sujetas a los currículos, por ejemplo, las cadenas o pirámides tróficas, como también pueden partir producto de la observación de ciertos fenómenos ambientales como el crecimiento de hongos en frutas o troncos de árboles muertos. Este tipo de concepciones, se ven reflejadas cuando desde documentos nacionales como los Estándares Básicos de

Competencias en Ciencias Naturales se concibe que el estudiantes, debe lograr el siguiente estándar: *“Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven; Explico la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria); Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos”*.

De este modo, siguiendo lo planteado por Madigan et al., (2009), se dice que desde el punto de vista humano existen lugares demasiados limitados para contener vida. Sin embargo, estos se encuentran colonizados por vida microbiana atribuyéndole el nombre de *microorganismos extremófilas*. Esta concepción puede surgir en los docentes en formación, debido a la indagación de diferentes artículos de investigación propuestos por la docente a cargo y a deducciones realizadas a partir de diferentes textos, considerando los microorganismos extremófilos parte de los nichos ecológicos (termales, nevados, volcanes) donde cumplen su función y obtienen sus requerimientos nutricionales.

Finalmente, son considerados ubicuos debido a características como el tamaño diminuto que les brinda una mayor dispersión; la variabilidad y flexibilidad metabólica para colonizar distintos ambientes, al igual que su plasticidad genética. Estos aspectos le permiten recombinar caracteres positivos y mantenerse por mucho tiempo al adaptarse a los cambios de las condiciones (Guerreo y Berlanga, 2002).

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto al área de la salud

En lo concerniente a la Pregunta 2.4 sobre los microorganismos en el área de la salud, se encontró que los futuros docentes conciben los microorganismos como seres que contribuyen en la elaboración de medicamentos para la salud. Lo que quiere decir que son vistos en su mayoría como agentes causantes de muchas enfermedades, colocando en riesgo el bienestar de otros seres. A

continuación, se detallan las subcategorías derivadas: *Patógenos*; *Tienen beneficios en la salud*; *Producción de antibióticos o medicamentos* (Ver Tabla 35).

Tabla 35. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.4*

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a</i>	<i>el área de la salud</i>	<i>Patógenos</i>	<i>1</i>
		<i>Tienen beneficios en la salud</i>	<i>2</i>
		<i>Producción de antibióticos o medicamentos</i>	<i>3</i>
		<i>Ubicuidad en el ser humano.</i>	<i>3</i>

Fuente: autores

En consecuencia, con la Figura 46, esta muestra que los futuros docentes relacionan mayormente a los microorganismos como *productores de antibióticos o medicamentos* (8 DF, 36,3%), entre los que se encuentra la penicilina, lo que indica que su concepción de fármacos no se limita a las plantas como principios activos para la industria farmacológica. En una segunda subcategoría, el profesorado concibe a los microorganismos como *Benéficos para la salud* (6 DF, 27,7%), al derivarse de ellos la cura para ciertas enfermedades, por lo que es posible que las concepciones de los futuros docentes estén marcadas por algunos procesos formativos del seminario de microbiología u otros cursados en la educación básica o superior. Por otro lado, la subcategoría *patógenos* presenta igual porcentaje a la anterior (6 DF, 27,7%), esta concepción genérica se fortalece en los espacios académicos de la básica secundaria. Ya que la unidad de microbiología dentro del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental se ve limitada por el tiempo y en ocasiones por falta de conocimientos, que tiende a caer en procesos de enseñanza marcados por saberes propios de la cultura y la sociedad.

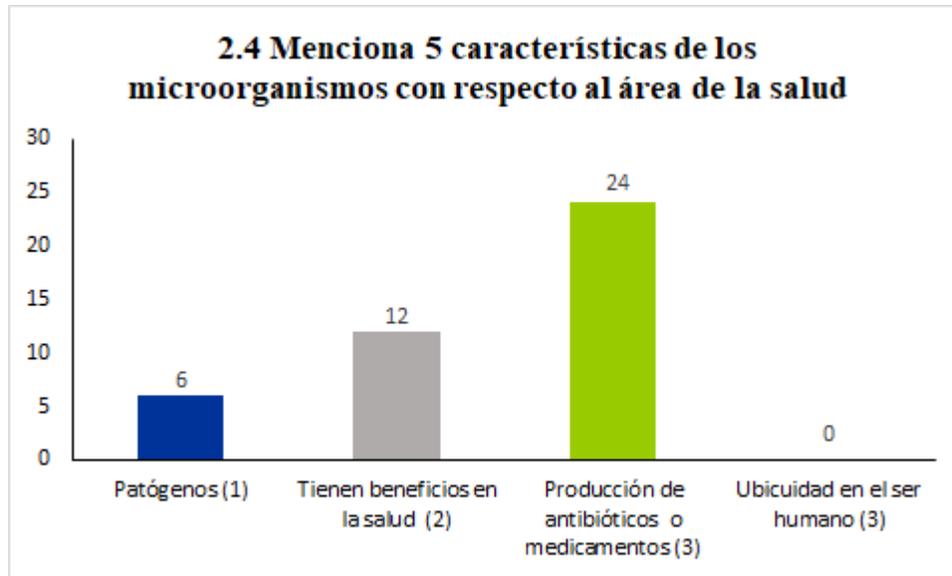


Figura 46. Concepciones sobre las características en el área de la salud.

Fuente: autores

A Continuación, se muestran algunos de los saberes que refieren los futuros docentes respecto microorganismos en la salud de manera textual.

E13.P2.4. [Haciendo referencia a la pregunta 2.4 “Características de los microorganismos con respecto al área de la salud “*Con la ayuda de estos microorganismos obteniendo sus capas se ha desarrollado medicamentos que contrarresten su patología*”

E16.P2.4. [Haciendo referencia a la pregunta 2.4 “Características de los microorganismos con respecto al área de la salud “*Algunos generan enfermedades y sirven para buscar curas que contrarresten estos patógenos*”.

Por lo tanto, se encontró que Madigan et al., (2009) plantean que, aunque muchos consideran a los microorganismos como causantes de enfermedades infecciosas como la gripe y neumonía, el SIDA, la gastroenteritis, la tuberculosis, la malaria, entre otras, solo unos cuantos son patógenos. Puesto que estos organismos microscópicos en su mayoría han sido una fuente de avance en la salud humana y bienestar. No obstante, se observa que los docentes en formación no mencionan la

importancia de estos en el bienestar del ser humano como pueden ser sus aportes a la flora intestinal o dérmica al proporcionarles una barrera protectora a diferentes enfermedades. Es por ello que se encontró que el profesorado tiene la idea de microorganismos *patógenos* como fuentes de enfermedades pero que a su vez son utilizados para la *producción de medicamentos*. Como bien lo plantean diferentes autores los productos farmacéuticos son en su mayoría agentes químicos derivados de plantas, producidos de manera sintética o por microorganismos con finalidad terapéutica en el tratamiento de enfermedades.

Siguiendo la línea anterior, se puede decir los microorganismos son necesarios para la producción industrial de antibióticos y contrarrestar los efectos ocasionados por ellos en los animales y el hombre. Es factible que estas ideas de uso de antibióticos o medicamentos en el ámbito clínico sean importantes y creen nociones como la cura a la mayoría de enfermedades. Además, en la actualidad se están implementando el uso de otros microorganismos de manera natural o a gran escala para el tratamiento de algunos padecimientos (Acuña, 2002 y Pedraza, 2013).

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a la Industria alimentaria

En lo referente a la pregunta 2.5 con temática de microorganismos en la industria alimentaria, se detalló que el profesorado encuentra más próximo a sus conocimientos la elaboración de diversos productos comerciales obtenidos mediante la fermentación, generando dos subcategorías como respuesta al interrogante: *Fermentación; Conservación de alimentos*, las cuales se observan en la Tabla 36.

Tabla 36. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 2.5

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a</i>	<i>la industria alimentaria</i>	<i>Fermentación</i>	<i>1</i>
		<i>Conservación de alimentos</i>	<i>2</i>

Fuente: autores

De la misma manera en la Figura 47, se evidenció que la mayoría de los futuros docentes conciben que los microorganismos son utilizados en procesos de *fermentación* (20 DF, 90,9%) para la elaboración principalmente de bebidas lácteas entre ellos yogures, algunas bebidas alcohólicas como vinos y cervezas. También, se encontró la subcategoría minoritaria relacionada con la *conservación de alimentos* (1 DF, 4,5%) como la maduración de los quesos, la elaboración del pan y diversos aspectos culinarios.

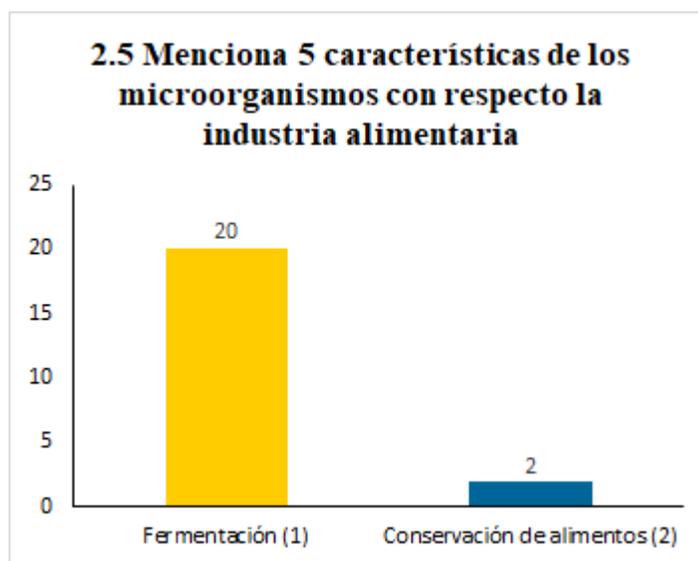


Figura 47. Concepciones de los microorganismos en lo que respecta a la industria alimentaria.

Fuente: autores

De este modo, como ejemplo de las respuestas se presentan algunas de las concepciones obtenidas de manera textual.

E15.P2.5. [Haciendo referencia a la pregunta 2.5 “Características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria”] “*Algunos de estos ayudan a la fermentación.*”

E17.P2.5. [Haciendo referencia a la pregunta 2.5 “Características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria”] “*Sirven para conservar alimentos, hacer aumentar su volumen*”

E5.P2.5. [Haciendo referencia a la pregunta 2.5 “Características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria”] “*Los microorganismos en la industria es muy importante en el caso de yogurt necesitamos la bacteria Coli para fermentar y así obtener un producto*”

Así pues, se enfatizo que la industria alimenticia posee métodos físicos, químicos y biológicos para conservar los alimentos, y nos centraremos en la bioconservación o preservación de alimentos, favoreciendo el almacenamiento prolongado y la seguridad alimentaria (Stiles, 1996). De esta manera, dentro de la conservación de alimentos se encuentra la fermentación utilizada desde hace muchos siglos en la preservación de yogurt, bebidas alcohólicas o maduración de los quesos (Bello, 2000). Con ello se muestra que los docentes tienen dos concepciones equivalentes en cuanto al uso de los microorganismos, ya que la *fermentación* es uno de los medios para la *conservación de alimentos* y es posible que estos términos sean los más frecuentes puesto que el primer acercamiento al mundo bacteriano se remonta al mundo histórico por la elaboración y consumo de nuevos productos (vino, cerveza, vinagre) (Pulido, 2006). Además, en la enseñanza de la fermentación como propiedad intrínseca de la materia, también es factible que no sea muy empleado el término *conservación de alimentos* a respuestas sobre procesos contrarios y naturales como la degradación de alimentos.

Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí. ¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?

A Continuación, se muestran las representaciones que poseen los estudiantes frente a una situación problema con el fin de observar sus opciones de solución (Ver Tabla 37).

Tabla 37. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 3

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí. ¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?</i>	<i>Crecimiento y medios de cultivo</i>	<i>Analizar en laboratorio</i>	<i>1</i>
		<i>Análisis de características ambientales</i>	<i>2</i>
		<i>Revisión de la literatura</i>	<i>3</i>
		<i>Indagación, aislar y tinción de Gram.</i>	<i>4</i>

Fuente: autores

En la situación problema que se mostró a los docentes en formación, se interpreto que la mayoría de docentes en formación optan por la subcategoría *análisis de laboratorio* (17 DF, 77,2%), siendo este análisis enfocado a la tinción de Gram para observar su morfología y caracterizarlas en Gram positivas y Gram negativas. Es allí donde se evidencia que el profesorado para la identificación de las muestras no parte de la aplicación de un método científico, que les permita conocer los componentes de la cerveza o su proceso de elaboración, además, de generar posibles interrogantes e hipótesis de los microorganismos que residen en esas condiciones nutricionales y ambientales. A partir de esto, se condieró que, si quisieran identificar a especie o

género, deberían evaluar los medios de cultivo favorables para la inoculación de las colonias halladas, y no dirigirse directamente a la microscopía para evaluar su morfología sin tener bases o antecedentes teóricos que conduzcan a una investigación pertinente.

Por lo mencionado anteriormente, Pozo y Carretero (1987) plantean que los estudiantes poseen representaciones espontáneas que surgen sin ninguna instrucción personal, científica o lógica, donde crean concepciones coherentes desde su punto de vista. Con ello se da a entender que cada individuo tiene su propia visión de lo acertado.

Por otra parte, un menor porcentaje de los futuros docentes *analizan las características ambientales* (2 DF, 9%) del entorno donde se encontraba la botella, para evaluar posibles particularidades del microorganismo que allí crecen como lo son la temperatura, pH, ósmosis, entre otros (Ver Figura 48).

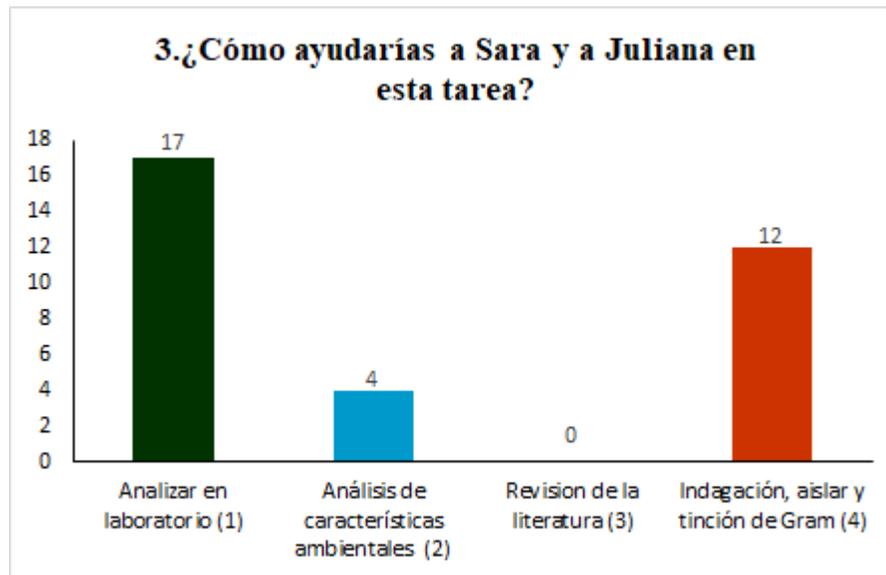


Figura 48. Concepciones sobre cómo ayudar a Sara y Juliana en la situación problema.

Fuente: autores

A Continuación, se evidencian algunas de las respuestas dadas por los futuros docentes respecto a la situación problematizadora de manera textual.

E15.P3. [Haciendo referencia a la pregunta 3 “¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?”] “*Principalmente tomaría una pequeña muestra para luego estudiarla más a fondo, lo plasmaría en una placa para observar más cuidadosamente en el microscopio, se realizaría también una tinción.*”

E9.P3. [Haciendo referencia a la pregunta 3 “¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?”] “*Aislando la muestra e introduciendo en un agar para ver si son microorganismos, y si lo son pasar a la coloración de Gram y un microscopio para observar qué tipo de microorganismos son*”.

E16.P3 [Haciendo referencia a la pregunta 3 “¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?”] “*Se tomaría una muestra de las manchas, aislando los de otros microorganismos, hacerles una tinción de Gram y verlas al microscopio.*”

Las representaciones que poseen los estudiantes en cuanto al proceso de indagación se presentan de manera muy habitual, tal como lo cuestiona Pulido (2006), al dudar si los estudiantes buscan las características de los organismos o se basan en “ver” y atribuirle un nombre por su semejanza a gráficos o imágenes. Así mismo, en este trabajo de investigación se encontró que los estudiantes por el momento se refieren directamente a la morfología del organismo en cuestión como ente facilitador para su identificación, además de atribuirles algunas características ambientales. Por otra parte, se observó que el profesorado en formación no aplica el método científico, como medio para la obtención de información puesto que no se refieren a la indagación de literatura. Según Asensi y Parra (2002), el método científico es una guía elaborada conscientemente y organizada de procedimientos o técnicas que orientan a un pensamiento crítico, analítico y reflexivo.

¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?

En la pregunta N° 4 se indagó por las concepciones que tienen los docentes en formación con respecto a la columna de Winogradsky, se encontró 3 subcategorías: *No responde*; *Desarrollo de metabolismos bacterianos*; *Crecimiento de microorganismos a partir de elementos orgánicos y químicos* (Ver Tabla 38).

Tabla 38. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 4*

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?</i>	<i>Columna de Winogradsky</i>	<i>No responde</i>	1
		<i>Desarrollo de metabolismos bacterianos.</i>	2
		<i>Crecimiento de microorganismos a partir de elementos orgánicos y químicos.</i>	3

Fuente: autores

Como se muestra en la Figura 49, la mayoría de los docentes en formación no saben o *no responden* a la pregunta sobre su concepción de la columna de Winogradsky (18 DF, 81.8%), lo que demuestra que es un tema nuevo para ellos, debido a que no ha sido abordado en su formación académica de básica secundaria o durante el seminario de microbiología. Aun, cuando esta sea un instrumento para el desarrollo de ecosistemas microbianos se convierte en una estrategia para la enseñanza y aprendizaje de diversas temáticas microbiológicas como ciclos biogeoquímicos, metabolismo y diversidad microbiana. Seguidamente, se encontró la subcategoría *crecimiento de microorganismos a partir de elementos orgánicos y químicos* (3 DF, 13,6 %), aunque algunos mencionan en sus escritos que acudieron a Google para esta respuesta, se les indico que no era

necesario, pues no se buscaban respuestas correctas o ideales, originando en el profesorado curiosidad por el tema en su momento.

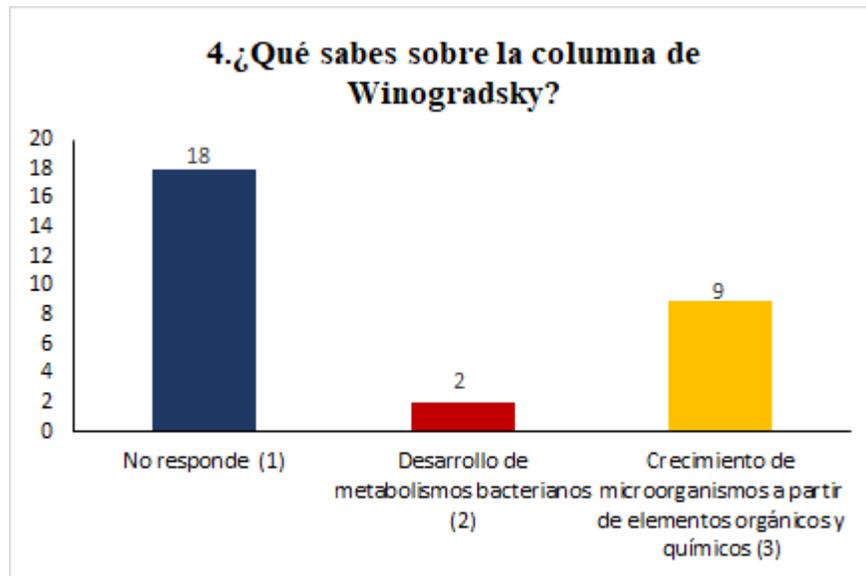


Figura 49. Concepciones de los docentes en formación sobre la columna de Winogradsky

Fuente: autores

Por lo anterior, se presentan algunas de las concepciones reportadas por el profesorado en formación con respecto al interrogante de manera textual.

E2.P4. [Haciendo referencia a la pregunta 4 “¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?”] “No sé de la columna de Winogradsky”.

E10.P4. [Haciendo referencia a la pregunta 4 “¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?”] “No sé”

E12.P4. [Haciendo referencia a la pregunta 4 “¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?”] “La verdad no tengo conocimiento alguno de esta columna, en el colegio creo vi algo de esto, pero no recuerdo bien”

De esta manera, se hizo indispensable trabajar esta temática dentro del curso, pues es una idea innovadora al plan de estudios vigente que puede ocasionar un elevado grado de interés.

Además, como maestros en formación esta técnica se convierte en un instrumento didáctico y preciso que desde la básica secundaria promueve un medio para la enseñanza y aprendizaje de diversas temáticas del área de microbiología.

Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.

¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?

En lo que refiere a la pregunta N° 5, en donde se abordó una situación problematizadora con la que se pretendía que los futuros docentes tomaran en cuenta los factores medioambientales y nutricionales requeridos por los microorganismos. Se reconocieron cuatro subcategorías sobre el crecimiento de microorganismos: *Temperatura óptima; Ubicuidad y adaptación; Factores atmosféricos y medioambientales; Nutrientes necesarios* (Ver Tabla 39).

Tabla 39. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 5.1*

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
<i>Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con</i>	<i>¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?</i>	<i>Temperatura óptima</i>	<i>1</i>
		<i>Ubicuidad y adaptación</i>	<i>2</i>
		<i>Factores atmosféricos y medio ambientales</i>	<i>3</i>
		<i>Nutrientes necesarios</i>	<i>4</i>

alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.

Fuente: autores

En relación a lo anterior y a la Figura 50, se observó que en su mayoría los futuros docentes (7 DF, 31,8 %), consideran la *ubicuidad y capacidad de adaptación* como factores fundamentales para el desarrollo de microorganismos en diferentes ecosistemas y alimentos. Para el caso en cuestión y a nuestro criterio, esta es una característica no válida, debido a que los microorganismos al ser ubicuos se desarrollan bajo unas condiciones específicas propias de ellos y no por adaptación al ambiente donde se siembran. Según los plantean Madigan et al., (2009), los microorganismos además de las condiciones medioambientales de O₂, CO₂, T°, pH, ósmosis y H₂O, requieren condiciones nutricionales específicas para su crecimiento, lo que quiere decir que no se desarrollaran en ambientes donde no se presenten las condiciones óptimas. Por otra parte, otra de las subcategorías mayoritarias fue *Nutrientes necesarios* (5 DF, 22,7%) del ambiente o sustrato donde se desarrollan, es por ello que los microorganismos al tener diversidad metabólica pueden surgir en compuestos orgánicos e inorgánicos obteniendo de ellos sus macro y micronutrientes. Por último, en menor medida se encontró *factores atmosféricos; medio ambientales y temperatura óptima*, concepciones un poco más acercadas a la realidad, pero que no son factores únicos a tener en cuenta.

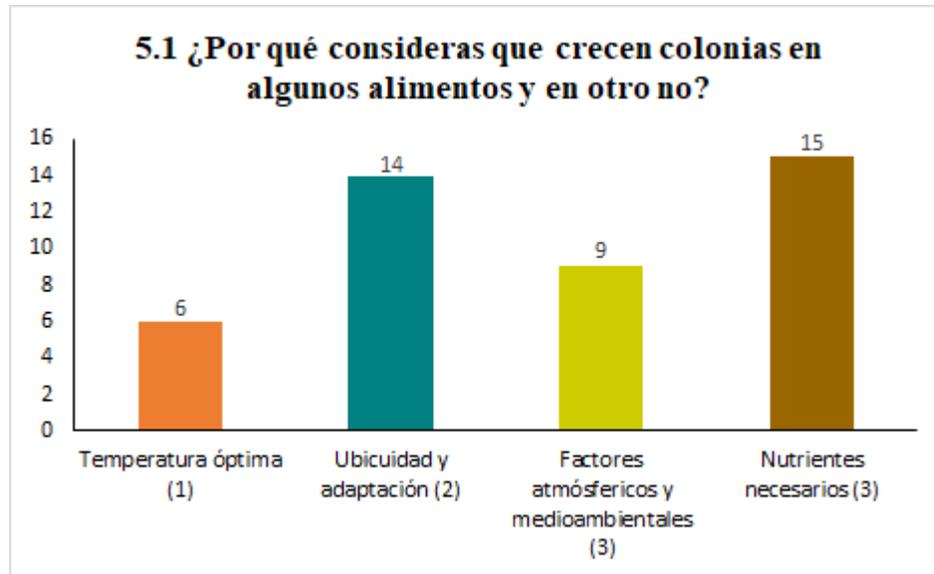


Figura 50. Indagación sobre el crecimiento de microorganismos en los alimentos mencionados en la situación problema.

Fuente: autores

Seguidamente, se presentan algunos apartados de las concepciones expuestas por el profesorado en formación de manera textual.

E4.P5.1 [Haciendo referencia a la pregunta 5.1 “¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?”] *“porque el crecimiento de la colonia depende del requerimiento nutricional, del microorganismo. por ejemplo, en frutas crecen los microorganismos fermentadores de la glucosa.”*

E15.P5.1. [Haciendo referencia a la pregunta 5.1 “¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?”] *“Debido que hay microorganismos que crecen en diferentes partes y por eso no todos crecieron en los mismos alimentos.”*

E10.P5.1. [Haciendo referencia a la pregunta 5.1 “¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?”] *“hay que analizar los factores ambientales en los que se desarrollaron (pH, T°, Oxígeno, Nutrientes, etc.)”*.

A partir de lo anterior, se encontró que los docentes se acercan a las nociones que se buscaban en la situación problematizadora, y de cierta manera relacionan la teoría que han aprendido, la abstraen y solucionan la cuestión. Es por eso, que Perales (1993) considera que la resolución de problemas se enmarca en un proceso mediante el cual la situación incierta es clarificada y dicho proceso incluye la aplicación de conocimientos y procedimientos, y estimula la creatividad al realizar una “reorganización cognitiva”

Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.

¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?

A continuación, se presentan los resultados a la pregunta 5.2, donde se indagan sobre la diversidad de microorganismos que crecen en los alimentos mencionados, surgiendo tres subcategorías: Si, *son iguales mismo alimento*; No, *por factores ambientales* y No *factores nutricionales* (Ver Tabla 40).

Tabla 40. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 5.2*

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
<i>Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera</i>	<i>¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron</i>	<i>Si son iguales, mismo alimento</i>	1
		<i>No por factores ambientales</i>	2

<i>curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.</i>	<i>en los alimentos son iguales, por qué?</i>	<i>No por diferentes colonizadores</i>	3
		<i>No por factores inhibidores</i>	3
		<i>No por factores nutricionales</i>	3

Fuente: autores

Con respecto al interrogante anterior, el profesorado plantea en su mayoría que los microorganismos no son iguales en todos los alimentos debido a *factores ambientales* (7 DF, 31,8%), como oxígeno, pH, temperatura, osmosis, luz solar, entre otros factores químicos y físicos que determinan la adaptación y crecimiento de los organismos microscópicos. Seguidamente un grupo argumenta que los microorganismos si *son iguales* (5 DF, 25%), lo que representa que una parte de los docentes en formación no ha incorporado a sus concepciones la diversidad de microorganismos y sus factores de crecimiento. Por esto, es posible también que tengan la concepción que al inocular un microorganismo en la muestra y observar crecimiento, este sea el mismo que se sembró. Sin embargo, como se estima es posible que en la muestra se desarrollen otros microorganismos por no contar con un medio selectivo y con el rigor necesario que requiere un cultivo axénico o un medio selectivo. Por último, se encontró la subcategoría que hace referencia a los *factores nutricionales* (3 DF, 13,6%), la cual indica que una proporción del profesorado manifiesta que existe variación o diversidad de microorganismos de acuerdo con los requerimientos nutricionales para su desarrollo y colonización (Ver Figura 51).

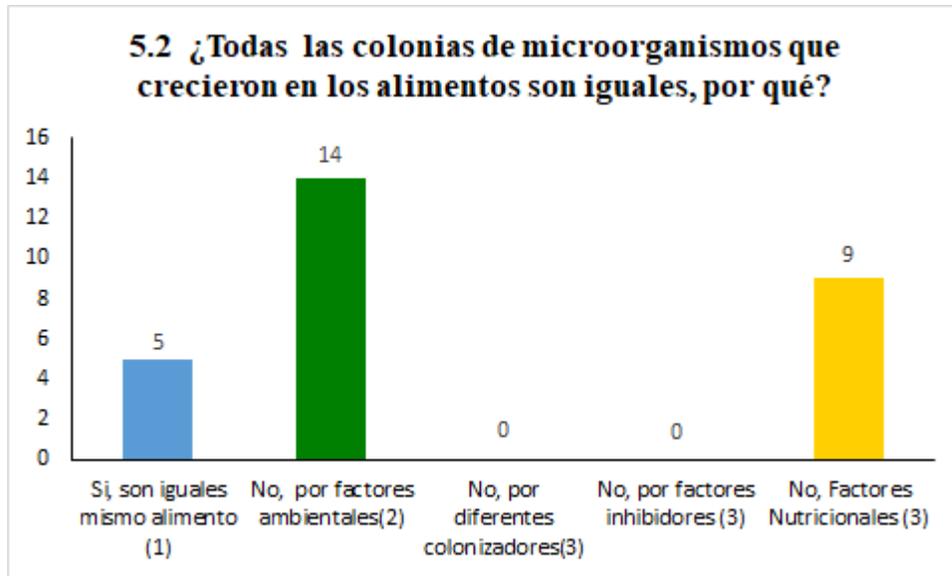


Figura 51 Indagación sobre la diversidad de microorganismos sobre los alimentos mencionados.

Fuente: autores

A Continuación, se resaltan algunas de las concepciones planteadas por el profesorado en formación para esta pregunta.

E2.P5.2 [Haciendo referencia a la pregunta 5.2 “¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?”] “*no todas las colonias que crecen en los alimentos son iguales por que en estos alimentos se pueden desarrollar varios microorganismos*”.

E20.P5.2. [Haciendo referencia a la pregunta 5.2 “¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?”] “*No, porque hay microorganismos (colonias) que crecen en diferentes medios y ambientes*”

De esta manera, al obtener respuestas variadas se puede decir que las concepciones parten de diversos puntos de vista válidos en su mayoría, debido a que cada individuo toma en cuenta el factor de crecimiento más importante desde su perspectiva.

¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?

Por otra parte, en la pregunta N° 6, en la que se indaga sobre la importancia de la enseñanza de la microbiología en los colegios. Se encontró que los docentes en formación ven la enseñanza y aprendizaje de los microorganismos como un conocimiento importante en nuestras vidas, puesto que estos participan en diversos campos de la industria alimentaria, farmacológica y ecológica. De esta manera, se hallaron cuatro subcategorías: *No, por complejidad y falta de recursos*; *Si, aprendizaje*; *Si, enseñar la importancia de los microorganismos*, *Si, generar motivación e investigación*. (Ver Tabla 41).

Tabla 41. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 6*

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?</i>	<i>Enseñanza de la microbiología</i>	<i>No, por complejidad y falta de recursos</i>	1
		<i>Si, aprendizaje</i>	2
		<i>Si, enseñar la importancia de los microorganismos</i>	3
		<i>Si, generar motivación e investigación</i>	3

Fuente: autores

En la Figura 52, se muestra que los docentes en formación en su mayoría consideran que la enseñanza de la microbiología es importante para *el aprendizaje* (13 DF, 54,5%) o conocimiento de diversas temáticas como morfología, enfermedades, hábitats, relación microorganismos vs seres vivos y ambiente, además, aluden que no todos los microorganismos son patógenos. Seguidamente y como respuesta más estructurada, el profesorado plantea que la enseñanza de esta ciencia permite conocer la *importancia de los microorganismos* y *motivar a la investigación* de estos (6 DF, 27,7%), puesto que la relación que se tiene con estos organismos microscópicos genera equilibrio

en la tierra. Así mismo, muchos de los microorganismos son factores importantes en el desarrollo de actividades biotecnológicas como productos industriales, farmacológicos, alimenticios, ecológicos, entre otros, lo que promueve la investigación científica hacia estos campos.

Finalmente, se encuentra como subcategoría minoritaria *No, por complejidad y falta de recursos* (3 DF, 13,6 %), lo que nos indica una tendencia reduccionista por parte del profesorado, justificándose en el hecho de no contar con material o laboratorios para el desarrollo de las clases. Sin embargo, se pueden emplear estrategias pedagógicas y didácticas tales como, cultivos artesanales y ambientales, creación de instrumentos de bajos recursos para la enseñanza y aprendizaje de la microbiología tal como lo plantean García et al., (2015), cuando mencionan que el aprendizaje del mundo microscópico se ve favorecido a través de prácticas en laboratorios artesanales.

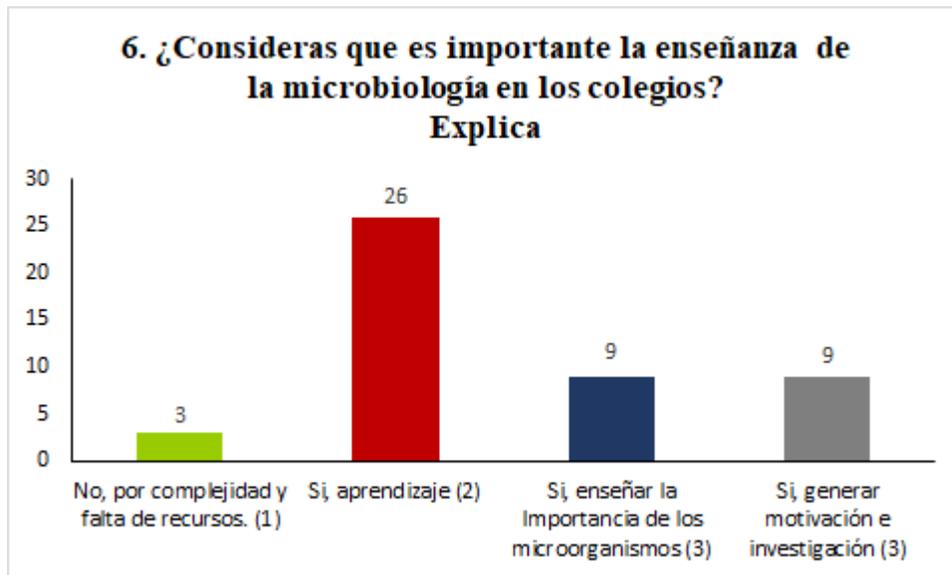


Figura 52. Concepciones sobre la enseñanza de la microbiología de los colegios.

Fuente: autores

De esta manera, se presentan algunas de las concepciones de los docentes en formación de manera textual.

E1.P6 [Haciendo referencia a la pregunta 6 “¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?”] *“Si debido a que permite a los estudiantes tener un conocimiento un poco más amplio frente a las ciencias. Además, permite desarrollar esas ganas de saber más allá de lo visto y por medio de la práctica generar esas bases que ayudan al progreso de sus carreras”*.

E5.P6. [Haciendo referencia a la pregunta 6 “¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?”] *“Sí porque así los jóvenes tendrán un mejor conocimiento de los microorganismos y no conceptos erróneos, como que todos son patógenos.”*

E21.P6. [Haciendo referencia a la pregunta 6 “¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?”] *“creo que se debería hacer un pequeño énfasis, pero no lo considero de mucha importancia. Aunque los microorganismos son muy importantes. En un colegio es muy difícil de trabajarlos ya que no están en condiciones, los microscopios, los caldos de agares, entonces para qué trabajar una temática compleja mediocremente”*.

En base a las respuestas del profesorado, se observa que algunos tienen una representación de la enseñanza de las ciencias limitada tal como lo plantea Briceño y Berranoch (2012), al considerar que la *enseñanza por transmisión de conocimientos* y enfocada solamente en lo disciplinar, es una tendencia reduccionista para la enseñanza de las ciencias. Por ello se deduce, que la concepción mencionada anteriormente es algo ligada a las escuelas de formación donde toman prioridad los saberes y no las competencias y habilidades que se han desarrollado. Por su parte, Vilanova et al., (2007), Briceño et al., (2013) y Urzúa y Rodríguez (2015) plantean que las

concepciones y creencias de los docentes, tanto en profesores activos como aquellos en formación, se forman en representaciones del aprendizaje y la enseñanza de modo intuitivo; a través de la práctica profesional en los docentes y del resultado de la propia experiencia como estudiantes. Es por ello que además se plantea que la mayoría de docentes salen de sus escuelas de formación a enseñar como a ellos les enseñaron.

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello: ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?

En la pregunta N° 7, se indaga por las concepciones sobre una clase hipotética de microbiología de modo que los profesores en formación, plantean qué recursos utilizarían ya como docentes activos en la profesión. De esta manera, la pregunta se dividió en tres interrogantes, en primer lugar, (7.1) se buscó conocer los materiales o instrumentos que usarían los futuros docentes en el desarrollo de una clase de microbiología. En este caso, se identificó cinco subcategorías: *Fómites y alimentos; Práctica de laboratorio; Recursos audiovisuales; Medios artesanales; Elementos artesanales, didácticos y teórico prácticos* (Ver Tabla 42).

Tabla 42. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 7.1*

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello: ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?</i>	<i>Materiales educativos</i>	<i>Fómites y alimentos</i>	<i>1</i>
		<i>Práctica de laboratorios</i>	<i>2</i>
		<i>Recursos audiovisuales</i>	<i>2</i>
		<i>Medios artesanales</i>	<i>3</i>
		<i>Salida de campo y columna de Winogradsky</i>	<i>3</i>

Fuente: autores

En este interrogante, se interpretó que la mayoría de los futuros docentes tienen mayor inclinación por los *recursos audiovisuales* (9 DF, 40%) como aplicación de las TIC, manejo de videos, diapositivas y demás herramientas que facilitan al docente complementar las explicaciones y aumentar la atención del alumnado, convirtiéndose en un beneficio para el proceso de formación.

Seguidamente, se encontró la subcategoría *fómites* (7 DF, 31,8%), los fómites son todos esos elementos carentes de vida que pueden transmitir microorganismos de un ser a otro, por ello encontraron estudios tales como ¿Qué clase de microorganismos son más frecuentes en teléfonos públicos o medio masivos de transporte?, esta es una buena estrategia para abordar en temáticas como ubicuidad de los microorganismos, prevención de enfermedades mediante la buena higiene entre otras, además que se trabaja con elementos de fácil acceso y que generan buen interés.

Por otra parte, se encuentran los *elementos artesanales, didácticos y teórico prácticos* (como caldos nutritivos y maquetas, etc.) (4 DF, 18,1 %), los cuales de una manera más pedagógica proponen una forma de enseñanza y aprendizaje más estructurada. Puesto que el uso de estos instrumentos hechos a mano y con materiales de fácil acceso, aproxima a estudiantes a ciertas realidades de los microorganismos en diversos aspectos ya sean morfológicos, fisiológicos y demás. De esta manera, en menor proporción se encontraron las subcategorías, *medios artesanales y prácticas de laboratorio*, las cuales indican que el profesorado en formación primero que todo, puede presentar un desconocimiento de los medios de cultivo alternativos, o segundo considera irrelevante las prácticas de laboratorio. No obstante, las concepciones planteadas son positivas para

la enseñanza, además de que estas actividades hacen parte del desarrollo de seminario de microbiología (Ver Figura 53).



Figura 53. Concepciones de los materiales empleados en una clase de microbiología por los futuros docentes.

Fuente: autores

A Continuación, se muestran algunas respuestas del profesorado en formación de manera textual.

E15.P7.1. [Haciendo referencia a la pregunta 7.1 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?”] “*Los materiales que emplearía en la clase manualidades, diapositivas, lecturas para que ellos se empapelaran más del tema.*”

E12.P7.1 [Haciendo referencia a la pregunta 7.1 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?”] “*Un video beam, un microscopio. Iniciaría explicando acerca del tema, luego haría una actividad didáctica.*”

De acuerdo a lo anterior, y según lo planteado por Urzúa y Rodríguez (2015), los profesores conservan la influencia del método en que recibió su formación, siendo los docentes más jóvenes nativos digitales (Nacidos a finales del siglo XX o principios del XXI), mientras que las generaciones de docentes pasadas son consideradas inmigrantes digitales que fueron formadas en una estructura académica rígida, sin mayores posibilidades a la educación tradicional. Al ser los futuros docentes nativos digitales, se observa que optan por estos métodos de enseñanza, aunque también puede deberse a la forma en la que ellos recibieron la enseñanza y cómo les gustaría haber aprendido.

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello: ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?,

Para el segundo ítem 7.2, se construyó el interrogante sobre cómo los docentes en formación realizan la planeación de una clase de microbiología. De la cual, surgieron tres subcategorías: *Enseñanza tradicional; TICS y enseñanza innovadora; Enseñanza didácticas (utilización de maquetas, gráficos, puzzles, laboratorios)* (Ver Tabla 43).

Tabla 43. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 7.2*

<i>Pregunta</i>	<i>Categorías</i>	<i>Subcategorías</i>	<i>Valoración</i>
<i>Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello: ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?,</i>	<i>Planeación de clase</i>	<i>Enseñanza tradicional</i>	<i>1</i>
		<i>TICS y enseñanza innovadora</i>	<i>2</i>
		<i>Salidas de campo</i>	<i>3</i>
		<i>Enseñanza didácticas (Utilización de maquetas, gráficos, puzzles, laboratorios)</i>	<i>3</i>
		<i>Clase innovadora con elementos artesanales o interactivos</i>	<i>3</i>

Fuente: autores

En la Figura 54, se observa que las subcategorías de mayor tendencia en las concepciones del profesorado, son las que hablan de realizar una clase de microbiología mediada por *las Tics, enseñanza innovadora* (8 DF, 36,6%). Como anteriormente se había hablado, los docentes en formación tienen mayor preferencia por las herramientas tecnológicas, además, de utilizar elementos que mejoren la educación como la utilización de juegos, folletos, exposiciones, dinámicas que vinculan el estudiantado permitiendo que la relación docente estudiante no se realice de forma vertical y sea un mejor proceso de enseñanza y aprendizaje para que no se limite a la *enseñanza tradicional* (7 DF, 31,8%). Aunque el profesorado en un porcentaje significativo acude a una enseñanza de aula, marcador y tablero o “dictar” la clase, así mismo, ven dificultad en la enseñanza de los organismos microscópicos y en las herramientas prácticas para su contextualización. Pero es posible que durante el transcurso de la carrera cambien este modelo pedagógico por uno más apropiado, pues apenas comienza su proceso de formación (segundo semestre). Por otro lado, la subcategoría *enseñanza didáctica* (5 DF, 22,7 %), muestra que los futuros docentes ven complementario con el desarrollo de las clases el uso de maquetas, puzzles, laboratorios entre otros, Por consiguiente, se denota la presencia de un ideal por crear una interacción más allá de un estudiante pasivo, y con él una aproximación al contexto y realidad microbiológica.

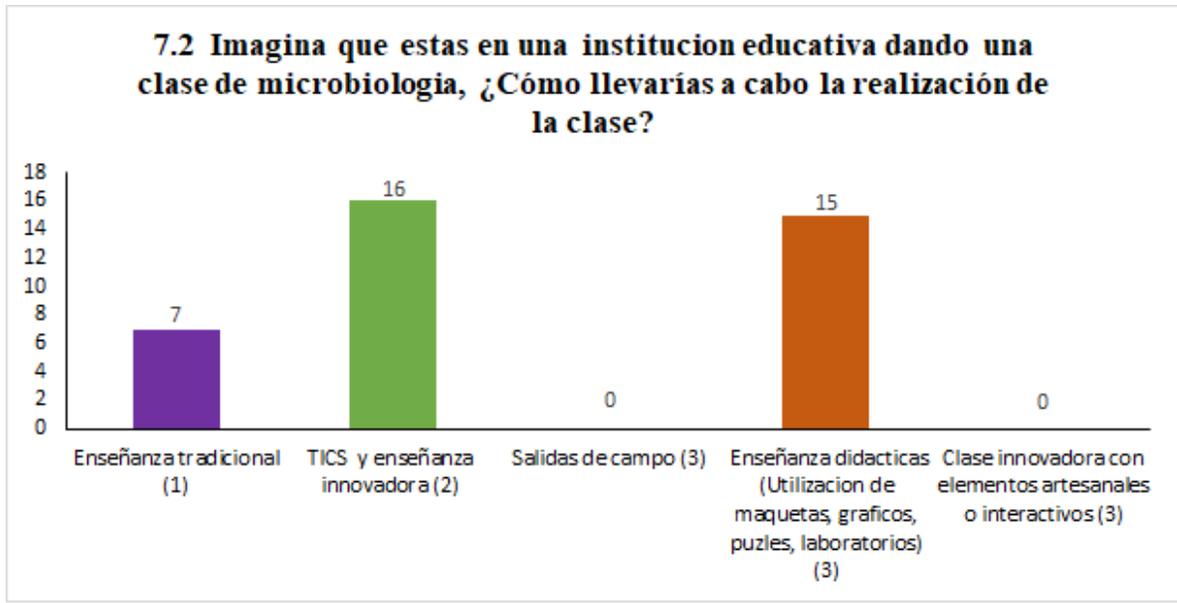


Figura 54. Concepciones sobre la planeación de una clase de microbiología.

Fuente: autores

Seguidamente, se muestran algunas concepciones del profesorado en formación de manera textual.

E10.P7.2. [Haciendo referencia a la pregunta 7.2 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?”] *“Por exposición o dibujos ya que es difícil ver los microorganismos a simple vista. Por medio de juegos a cada estudiante le asignaría una morfología diferente y cada clase cada estudiante explicaría su morfología, y cada uno los llamaría por el nombre asignado de la bacteria, para que todo aprendan cual es.”*

E11.P7.2 [Haciendo referencia a la pregunta 7.2 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?”] *“Tendría que llevar material audiovisual y maquetas, se las enseñaría a los alumnos para que conozcan que en el mundo existe gran variedad de cosas que debemos conocer.”*

E17.P7.2 [Haciendo referencia a la pregunta 7.2 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?”] “*La actividad es mirar los microorganismos en fómites comunes*”.

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?

En el ítem 7.3 se indaga sobre los argumentos con los que se realizarían las actividades para la enseñanza de la microbiología, mediante el interrogante ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementamos las actividades?, hallando dos subcategorías: *Enseñanza microorganismos y ubicuidad; Incentivarlos a la investigación*. (Ver Tabla 44).

Tabla 44. *Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N° 7.3*

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
<i>Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?</i>		<i>Enseñanza microorganismos y ubicuidad</i>	1
	<i>Justificación de la clase y actividades.</i>	<i>Enseñar beneficios en hombre o naturaleza</i>	2
		<i>Incentivarlos a la investigación</i>	3

Fuente: autores

En la Figura 55, observamos como subcategoría mayoritaria la *enseñanza de microorganismos y ubicuidad* (14 DF, 63,7%), como factores importantes para complementar las actividades microbiológicas. Lo que indica que tienen como objetivo la construcción de conocimientos en sus estudiantes de manera conceptual, es decir específicamente en aspectos como morfología, fisiología, ecología, entre otros. Como ya se mencionó, estos son aspectos reducidos

de la enseñanza de las ciencias naturales, además, de pretender que el estudiantado conciba que los organismos microscópicos están en todos los ambientes y fómites bajo condiciones físicas, químicas y biológicas distintas. Como subcategoría minoritaria, identificamos *incentivarlos a investigar* (2 DF, 9%), lo que muestra que como docentes en formación es poco el incentivo a la investigación; pues realizando investigación se pueden cambiar concepciones en el ámbito educativo y disciplinar. Finalmente 6 docentes en formación (27,3%), proponen una justificación detallada sobre la elección de los métodos en el aula.

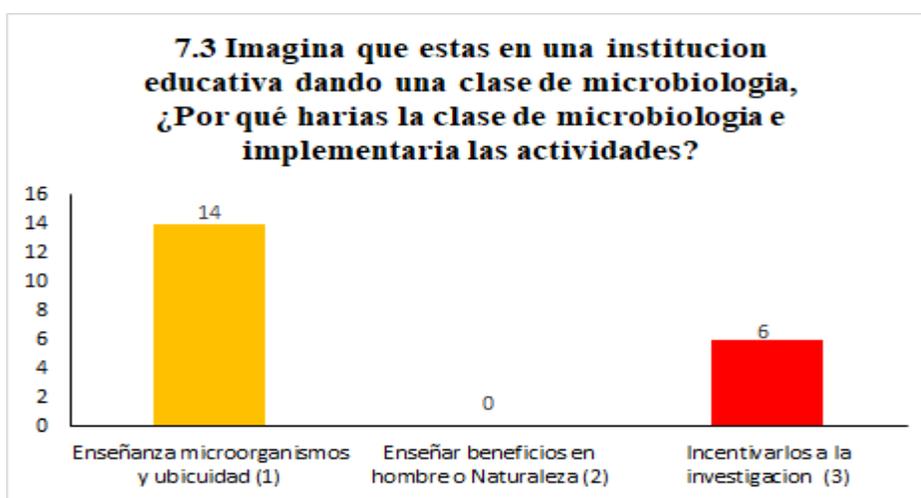


Figura 55. Concepciones sobre las motivaciones de enseñar una clase de microbiología.

Fuente: autores

A Continuación, presentamos las respuestas del profesorado en formación de manera textual.

E12.P7.3. [Haciendo referencia a la pregunta 7.3 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?”] “*haría la clase de microbiología porque creo que es un conocimiento básico que los estudiantes deben saber.*”

E17.P7.3 [Haciendo referencia a la pregunta 7.3 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e

implementaría las actividades?”] “Se hace con el fin dar a conocer todos los microorganismos que nos rodean”.

Con respecto a los planteamientos del profesorado en formación, se tiene que enseñarían microbiología con el objetivo de dar a conocer los microorganismos y su importancia, por lo que podemos decir que los futuros docentes encuentran esta área un campo de conocimiento básico, interesante e importante para todo estudiante.

***¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitan la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología?
¿Cuáles y por qué?***

En la pregunta N° 8 indagamos sobre la concepción de los docentes en formación con respecto a las salidas de campo como forma de aprendizaje, encontrando cuatro subcategorías: *Si, conocer espacios más equipados; Si, aprendizaje y generación de conocimientos; Si interactuar con el medio ambiente; Si contrastar con la teoría* (Ver Tabla 45).

Tabla 45. Concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta N 8

Pregunta	Categorías	Subcategorías	Valoración
<i>¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitan la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?</i>	<i>Salidas de campo como estrategias de aprendizaje</i>	<i>Si, conocer espacios más Equipados</i>	<i>1</i>
		<i>Si, aprendizaje y generación de conocimiento</i>	<i>2</i>
		<i>Si, interactuar con el medio ambiente</i>	<i>3</i>
		<i>Si, Contrastar teoría – práctica</i>	<i>4</i>

Fuente: autores

Así mismo, se observó que los futuros docentes manifiestan un agrado por las salidas de campo, al concebir mayormente la subcategoría *interacción con el medio* (7 DF, 31,8%). De esta manera, se hizo referencia a las diversas actividades fuera del aula de clase, lo que nos muestra la importancia como maestros de ciencias naturales, fortalezcamos los vínculos con la naturaleza, y así mismo se comparta con los estudiantes en especial los de las grandes ciudades, pues ellos al tener poca relación con la naturaleza no valoran lo que no conocen.

Así pues, como futuros docentes en Ciencias Naturales debemos tener como objeto de estudio la naturaleza misma para su preservación y cuidado. Seguidamente, se inclinan por la subcategoría *conocer espacios más equipados* (6 DF, 27, 3%) en donde es factible que los futuros docentes se sientan atraídos a laboratorios o instituciones que presente mayor equipamiento y tecnología, pues los docentes en formación requieren para su proceso de enseñanza y aprendizaje en el campo de la microbiología mejores herramientas de laboratorio y tecnología, que junto con la motivación por la investigación conduzcan a importantes trabajos científicos (4 DF, 18, 1%). En la misma medida de porcentaje, se encontró que las subcategorías *la teoría con la práctica y aprendizaje y generación de conocimientos*, permitieron evidenciar que los trabajos prácticos como salidas de campo o salidas extramuros, prácticas de laboratorio entre otros, son fundamentales en la construcción o modificación de conocimientos, al igual que en la fundamentación de lo aprendido, orientado a un aprendizaje significativo, según el profesorado en formación. Puesto que estos, desarrollan competencias científicas tales como el uso comprensivo del conocimiento científico, la indagación y la explicación de fenómenos.

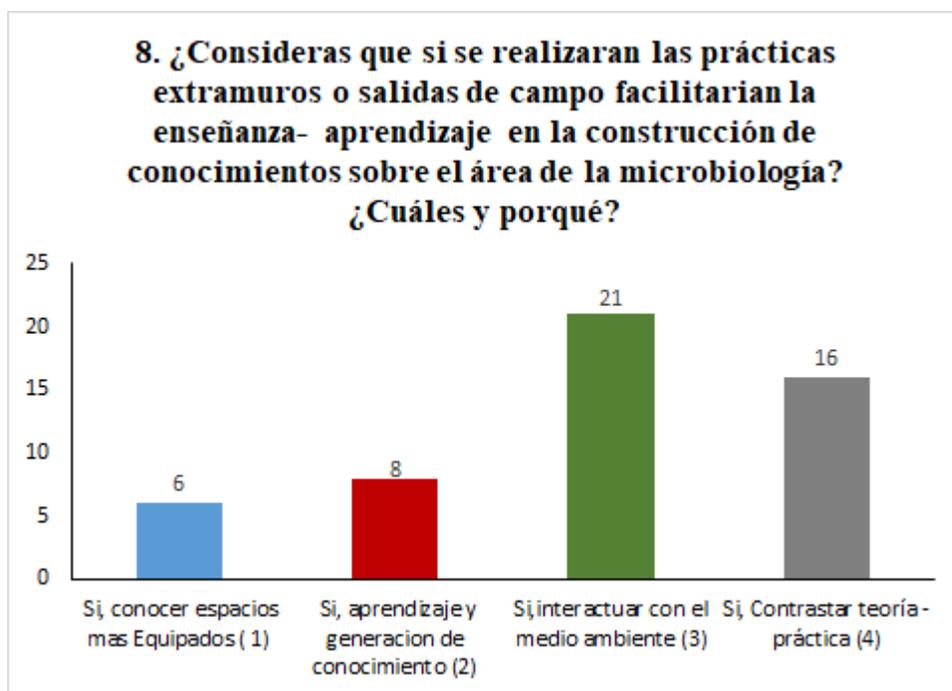


Figura 56. *Concepciones sobre la importancia de las salidas de campo para los docentes en formación.*

Fuente: autores

A Continuación, se presentan algunas concepciones de los docentes en formación de manera textual.

E8.P8. [Haciendo referencia a la pregunta 8 “¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?”] *“Por ejemplo podríamos reconocer los diferentes hábitats y nichos microbiológicos.”*

E2.P8. [Haciendo referencia a la pregunta 8 “¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?”] *“Las salidas de campo si facilitan la enseñanza y el aprendizaje puesto que poseemos unos*

conceptos y aclararíamos mucho más llevándolos a cabo (practicando). Probando la teoría.”

E17.P8. [Haciendo referencia a la pregunta 8 “¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?”] *“Las prácticas extramuros son fundamentales ya que el estudiante hace un proceso investigativo y al realizarlo por sí mismo su aprendizaje queda grabado”.*

Por lo anterior, se deduce que los futuros docentes resaltan la importancia del trabajo práctico como las salidas de campo, pues son estrategia que sirven para contrarrestar los conocimientos obtenidos por la teoría. De acuerdo con Del Carmen y Pedrinaci, (1997), las prácticas de campo son un instrumento de enseñanza que mediante la relación teoría y práctica, favorece el aprendizaje de diversas temáticas y la construcción de ejemplos y experiencias contextualizadas. De igual modo, Amórtégui (2011) plantea que los trabajos prácticos parten de las experiencias que tienen los alumnos en su vida cotidiana, en donde el docente tiene el papel de organizar estrategias de investigación y de enseñanza que confirmen los conocimientos obtenidos en el aula de clases o que conduzcan a la construcción de conocimientos por libre elección que posteriormente serán confrontados con la teoría. Ahora bien, por su parte el alumnado tiene el papel de integrar conceptos, procesos y actitudes de manera activa siendo partícipe en cada una de las actividades de manera variable.

8.2.3. Intervención didáctica sobre nutrición y diversidad metabólica

En el siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos de la intervención didáctica realizada en los seminarios de microbiología a partir de diversas actividades. Se considera que la estrategia empleada para la obtención de información fue adecuada, permitiendo el desarrollo de

una guía de clase para dar respuesta a los diferentes interrogantes del cuestionario. Por lo anterior, fue necesario emplear el análisis de contenido para sistematizar las producciones del profesorado en formación y construir redes de categorías.

Para el análisis de la información se crearon Unidades Hermenéuticas designadas con las siglas UH en el software Atlas ti 7.0 licenciado por financiación de la Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social de la Universidad Surcolombiana. De este modo, se muestra en primera instancia el análisis de las guías denominadas “**Pequeños gigantes - Explorando un mundo ecológico**” (Anexo 3 y 5) y finalmente, se presentan las cuestiones desarrolladas en la salida de campo al Parque Jardín Botánico de Neiva.

8.2.4. Seminario nutrición y factores de crecimiento

En el marco del primer seminario se obtuvo una buena participación y acogida por parte de los docentes en formación para el desarrollo de las actividades, de esta manera se implementó el uso de las Tics, un panel de discusión en torno a las lecturas entregadas y una situación problema planteada. Así mismo se desarrolló una primera guía de clase, que abarcó actividades relacionadas con el desarrollo de los microorganismos, donde se incluyeron situaciones problematizadoras sobre siembra, factores de crecimiento, medios de cultivo, epistemología y ecología microbiana.

8.2.4.1. Desarrollo de microorganismos.

La primera actividad denominada “*El misterioso halo naranja*” se implementó como situación problematizadora. De esta se derivan los interrogantes: *¿Cuál sería el fallo de los estudiantes en cuanto a la inoculación o siembra de la muestra? ¿Por qué?, ¿Qué factores de crecimiento o ambientes se debieron tener en cuenta al aplicar la siembra?, ¿Qué crees que*

hubiese sucedido, si los estudiantes utilizaran otros medios de cultivo? Y ¿Consideras que la coloración naranja es debida a sustancias existentes en el ambiente o el agua? ¿Por qué?

De este modo, se identificaron tres subcategorías respecto al desarrollo de los microorganismos (Ver Figura 57).

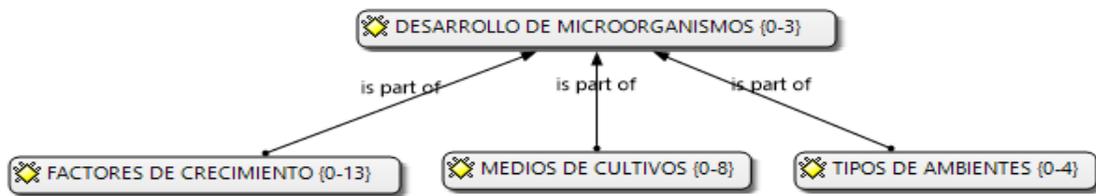


Figura 57. Subcategorías identificadas en el desarrollo de microorganismos.

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

En la Figura 57 se presentan las subcategorías reconocidas en las respuestas del profesorado para la actividad. Se evidenció que la categoría más representativa dentro de las transcripciones de las guías hace referencia a *los factores de crecimiento* con el 52%, seguidamente, se encontró la subcategoría de *medios de cultivo* con 32%, y finalmente, la subcategoría *tipos de ambientes* con el 16%. Estas subcategorías incluyen temáticas como nutrientes, variables ambientales entre otros.

Según Madigan et al., (2009) y Tortora et al., (2007), el desarrollo de los microorganismos se puede abarcar desde diferentes ramas y temáticas, como variaciones y morfología celular, estrategias metabólicas, patogenicidad, condiciones ambientales y muchos más aspectos. Esta temática también se relaciona con los medios de cultivos empleados. Es así como se evidenció que el principal enfoque de esta categoría o eje temático son los factores nutricionales y ambientales.

A continuación, se presentan las subcategorías y las tendencias más representativas de cada una.

Factores de crecimiento

En esta subcategoría se reconocieron un total de 12 tendencias, destacando que las tendencias más significativas son *la temperatura* con el 32,2 % con mayor mención, seguido de *nutrientes del medio* con un 16,1% y *condiciones ambientales* con un 9.6%. En cuanto a la tendencia menos significativa se halla *crecimiento por adaptación* con el 1, 6%.

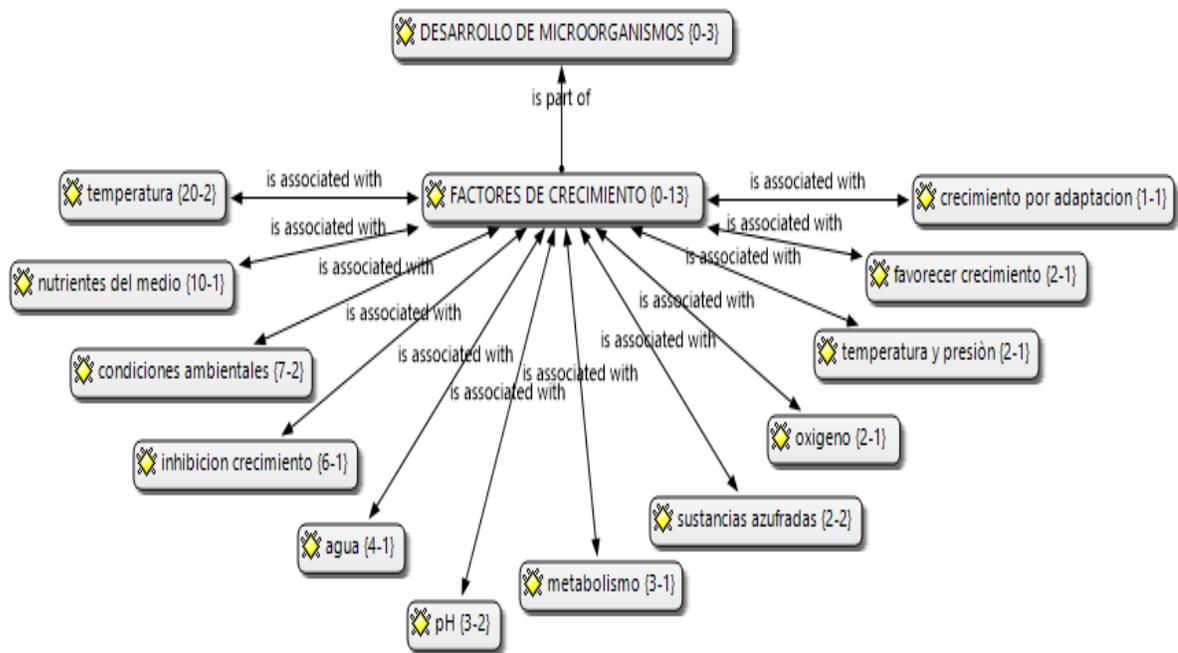


Figura 58. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores de crecimiento”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Temperatura: Esta tendencia fue la mayoritaria con una frecuencia de 20 menciones (32,25%), en donde para el profesorado en formación, el factor determinante en el crecimiento de los microorganismos es la temperatura. En la siguiente evidencia se muestra el pensamiento de uno de los futuros docentes.

GU1:G8:P1.1: [Haciendo referencia a la situación problema “El misterioso halo naranja” y la pregunta ¿Cuál sería el fallo de los estudiantes en cuanto a la inoculación o siembra de la muestra? ¿Por qué?] “*El fallo sería que los microorganismos no se emplearon en la misma temperatura en la cual se encontraban los microorganismos*”

Nutrientes del medio: En esta la palabra nutrientes del medio, fue mencionada alrededor de diez veces con el 16,12% como factor clave en el crecimiento de microorganismos.

GU1:G5:P1.2: [Haciendo referencia a la situación problema “El misterioso halo naranja” y la pregunta ¿Qué factores de crecimiento o ambientes se debieron tener en cuenta al aplicar la siembra?] “*Debieron mantener la temperatura en la que se encontraban dichos microorganismos, la cantidad de nutrientes, oxígeno, porque al cambiar estas condiciones alteraría o inhibiría el crecimiento de estos.*”

En lo referente a las demás tendencias como *condiciones ambientales*, estas representan el 11,3 % junto a *inhibición de crecimiento* 9,67 % y *Agua* 6,45% omitimos las demás por la cantidad de tendencias y menor frecuencia dentro de la actividad sistematizada.

Según Madigan et al., (2009) y Tortora et al., (2007), los factores de crecimiento pueden dividirse en físicos y químicos. Entre los físicos se encuentran, pH, agua, osmosis y cantidad de oxígeno; los químicos pueden ser abordados desde el campo nutricional evaluando los tipos de medios de cultivo que incluyen los nutrientes, fuentes de carbono, oligoelemento y en algunos casos vitaminas. Así mismo, se puede tomar desde el punto ambiental donde se incluyen cuatro factores claves para la supervivencia de los microorganismos entre ellos: temperatura. Con esto, se observó la concepción tan marcada que tienen los futuros docentes con respecto a los tipos de factores que pueden afectar el crecimiento de una población microbiana resaltando la variable temperatura.

Medios de cultivo

En esta subcategoría se encontraron siete tendencias que se representan en la Figura 59. La tendencia más representativa es el *pH* con el 27,2%, *la composición del agar* y *la solución salina* ambas con un 18,1% cada una y, finalmente se encuentran las otras cuatro tendencias con tan solo una mención y con un porcentaje de 9% cada una.

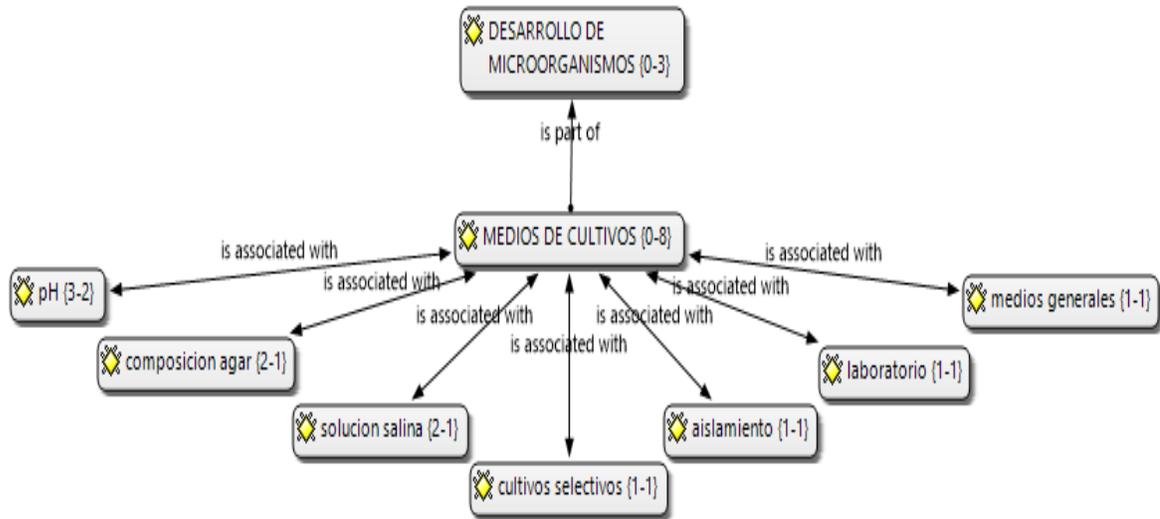


Figura 59. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Medios de cultivos”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

pH: Esta tendencia fue mencionada tres veces (27,27%) para ser relacionada a los medios de cultivos o condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos

GU1:G10:P1.4 [Haciendo referencia a la situación problema “El misterioso halo naranja” y la pregunta ¿Consideras que la coloración naranja es debido a sustancias existentes en el ambiente o el agua? ¿Por qué?] “*si, debido a algunos nutrientes, la temperatura y el pH de este ambiente termal que le da cierta coloración naranja.*”

Composición del agar: Esta tendencia fue mencionada dos veces (18,18%) para relacionarse a los medios de cultivos o condiciones necesarias para el desarrollo de microorganismos

GU1:G5:P1.3 [Haciendo referencia a la situación problema “El misterioso halo naranja” y la pregunta ¿Qué crees que hubiese sucedido, si los estudiantes utilizaron otros medios de cultivo?] “*Si ellos hubiesen utilizado otro agar como un nutritivo, u otro tipo de medio de cultivo donde crece todo tipo de microorganismo hubiese crecido.*”

Solución salina: esta tendencia al igual que la anterior se menciona en dos ocasiones (18,18%) en lo que respecta a medios de cultivo.

GU1:G7:P1.1: [Haciendo referencia a la situación problema, “El misterioso halo naranja y la pregunta ¿Cuál sería el fallo de los estudiantes en cuanto a la inoculación o siembra de la muestra? ¿Por qué?] “*El fallo en la inoculación de la muestra es que solo utilizaron H₂O debe de una solución salina, y a la hora de aislar la muestra no se tuvo el debido cuidado y estos microorganismos pudieron morir; también debieron utilizar diferentes agares.*”

Ahora bien, las tendencias, *medios generales, cultivos selectivos, laboratorio y aislamiento* representan un porcentaje de 9% con solo una mención en cada caso.

“Los medios de cultivo satisfacen las necesidades nutritivas de los microorganismos y pueden ser químicamente definidos o complejos (no definidos). Los términos «selectivo», «diferencial» o «enriquecido» describen medios usados para el aislamiento de especies particulares de microorganismos.” (Madigan et al., 2009 y Tortora et al., 2007). También, los mismos autores al hablar sobre medios de cultivo, se refieren a cultivos de enriquecimientos y condiciones de incubación especiales, donde se mencionan las soluciones de nutrientes utilizadas. De esta manera, en microbiología se emplean dos clases de medios de cultivo: los medios definidos y los medios complejos. El primero hace referencia a la composición química exacta, el segundo se refiere a medios de cultivo hidrolizados de productos naturales como caseína, carne, entre otros. Además, estos también tienen en común que utilizan un tipo de fuente de carbono orgánico e inorgánico. Por otra parte, dentro de los medios de cultivo se pueden evaluar los requerimientos nutricionales y capacidad biosintética. Esto permite decir, que los docentes en formación toman en cuenta además de la composición, factores que interfieren en el desarrollo de los microorganismos.

Tipos de ambientes

En esta subcategoría, el profesorado se refirió tanto a las condiciones ambientales, como a los tipos de ambientes en donde se desarrollan los microorganismos, allí se encuentran tres

tendencias. La de mayor acogida fue *temperatura* con el 68,9 %, mencionada como característica principal referente a los tipos de ambientes, seguido de *condiciones ambientales* con un 24,1%, y en menor proporción *sustancias azufradas* con el 6.8% (Ver Figura 60).

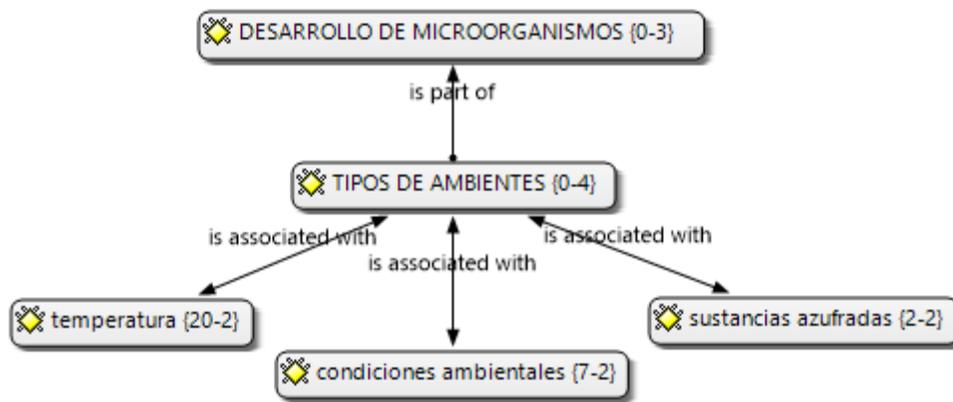


Figura 60. Actividad 1. Tendencias identificadas de la subcategoría “Tipos de ambientes”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Estas tendencias representan un factor importante en el desarrollo de los microorganismos, y aunque la temperatura también se asoció a los factores necesarios para la supervivencia de los mismos, esta es citada constantemente y referenciada por el profesorado a ambientes extremófilos donde es posible encontrar vida. Por otro lado, al referirnos a condiciones ambientales, en ellas incluimos la cantidad de iluminación, oxigenación, y componentes químicos de los medios naturales o in situ. De igual modo, estas condiciones se relacionan con los factores de desarrollo microbiano, llegando a relacionar a los microorganismos con los ciclos biogeoquímicos como procesos esenciales en el desarrollo de la naturaleza.

Por su parte, Madigan et al., (2009), al hablar sobre los tipos de ambientes donde se desarrollan los microorganismos hace referencia a las condiciones de medios ambientes óxicos, anóxicos, extremos, terrestres, acuáticos, aéreos, inanimados, superficies corporales, naturales, entre otros. De esta manera, decimos que los docentes en formación tienen una inclinación hacia

los ambientes naturales y sus factores que se adecuan al desarrollo de las actividades propuestas por las docentes a cargo.

8.2.4.2. Microbiología Ambiental

La actividad dos consistió en la lectura “*La ecología microbiana se hace mayor de edad*” y a partir de esta se derivaron los interrogantes: *¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?, ¿De qué manera crees que contribuyen los microorganismos en el equilibrio de la naturaleza? Imagina y plantea como sería un mundo sin microorganismos.*

En esta ocasión, la lectura “*La ecología se hace mayor de edad*” incluía apartados de cómo se inició la investigación en la microbiología, la ecología microbiana, la relación de los seres vivos con los microorganismos procarióticos, la ubicuidad y avances en conocimientos tecnológicos en el campo de la microbiología. Esta lectura generó un espacio de opinión y reflexión al plantear un mundo sin microorganismos, llegando a reconocer por parte de los participantes dos subcategorías como se puede ver en la Figura 61.

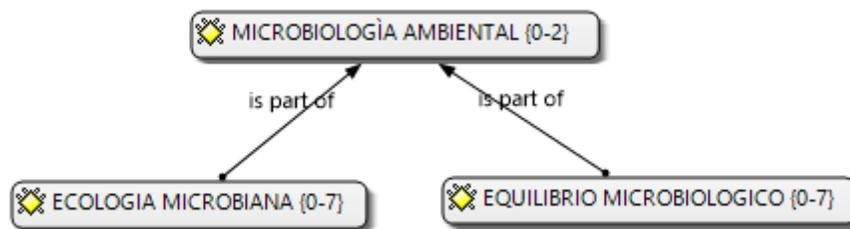


Figura 61. Actividad 2. Categoría identificada sobre microbiología ambiental

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

La microbiología ambiental ha tenido un enfoque hacia los ambientes naturales, poblaciones y hábitats que conforman las comunidades microbianas debido a que raramente se encuentran poblaciones celulares aisladas. Es por ello, que el estudio de los microorganismos en sus medios naturales constituye la ecología microbiana. También, es posible vincular la diversidad microbiana,

con el reciclado de elementos esenciales en la naturaleza, la biorremediación y la obtención de energía de biocombustibles como el metanol, el etanol entre otros que contribuyen con el equilibrio microbiológico (Brock et al., 2009). Así mismo, resaltamos que las subcategorías se adecuan a la lectura que nos da una visión general acerca de la microbiología y de la cual compartimos algunos aspectos.

Ecología Microbiana

En esta subcategoría se encuentran seis tendencias, obtenidas de las preguntas que se realizaron a los docentes en formación sobre el significado o referente de la lectura mencionada, para ello inicialmente hicimos un conversatorio y luego una síntesis de opiniones por grupo. A partir de lo cual obtuvimos como tendencia más representativa el *crecimiento y fuerza de la microbiología* con un 40%, seguido de *avance de conocimientos* con un 20% (Ver Figura 62).

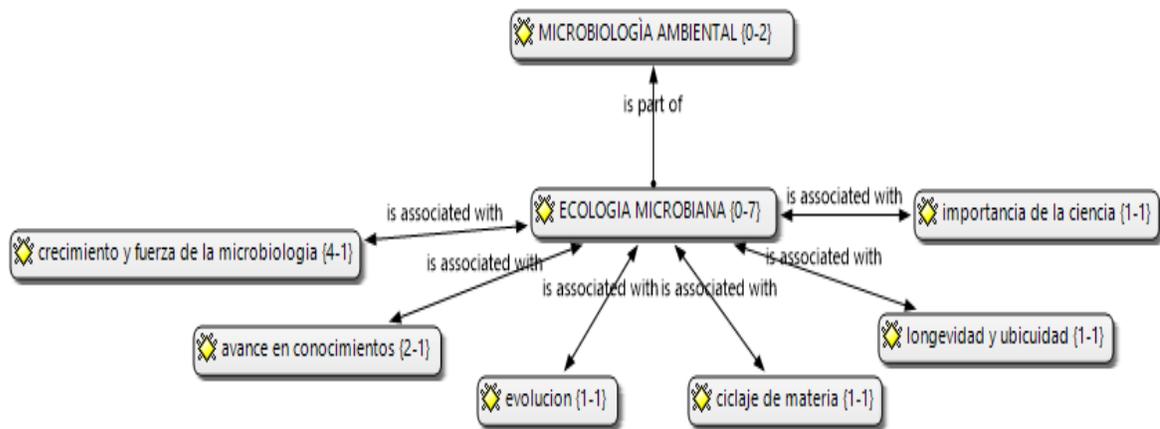


Figura 62. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Ecología microbiana”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti

Como se menciona anteriormente, el estudio de los microorganismos en el ambiente es la base de la ecología microbiana, con relación a esto Guerrero y Berlanga (2002) plantean el artículo “la ecología microbiana se hace mayor de edad”. Con la información obtenida, consideramos que

los futuros docentes se acercan a la tendencia de crecimiento y fuerza de la microbiología como un avance, que no se remite a aspectos básicos que trascienden por años.

A continuación, se detallan las tendencias más representativas:

Crecimiento y fuerza de la microbiología: Esta tendencia fue cuatro veces mencionada con un (40%) en lo concerniente al conversatorio.

GU1:G5:P2.1 [Haciendo referencia la lectura “La ecología se hace mayor de edad” y la pregunta ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?]
“*Porque cada vez la microbiología va creciendo día a día y cada vez se hace más fuerte.*”

Avance en conocimiento: Esta tendencia fue dos veces mencionada en lo concerniente al conversatorio con un (20%).

GU1:G5:P2.1: [Haciendo referencia la lectura “La ecología se hace mayor de edad” y a la pregunta ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?]:
“*Con los años la microbiología va avanzando, evolucionando y conociendo nuevos términos y tipos de microorganismos, así se ha ampliado el conocimiento científico y ventajas y desventajas de los distintos microorganismos.*”

Para finalizar se encuentra que las demás tendencias tales como *evolución, ciclaje de materia, importancia de la ciencia, longevidad y ubicuidad* se encuentran en un porcentaje de 10%.

Equilibrio Microbiológico

En esta subcategoría de equilibrio microbiológico se encuentran seis tendencias, en la que se planteaba a los estudiantes un mundo sin microorganismos, de esta manera la tendencia más representativa es *sin vida* con el 58.3%, seguido de las demás tendencias que se pueden observar en la Figura 63.

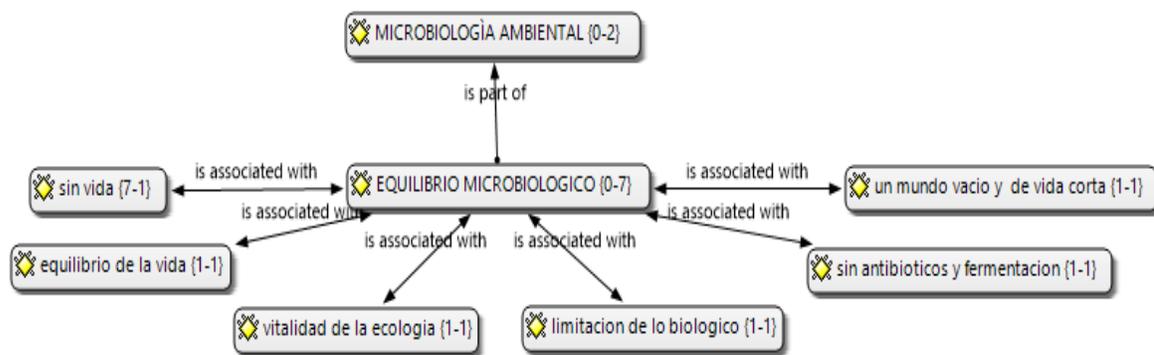


Figura 63. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Equilibrio microbiológico”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Como el equilibrio microbiológico viene relacionado con el paso de nutrientes a través de los ciclos biogeoquímicos, los procesos de obtención de energías verdes y procesos de biorremediación mencionados en apartados anteriores. El planteamiento de una pregunta relacionada con la desaparición de los microorganismos en el ambiente, genera dudas acerca de nuestra existencia y todo ser vivo sobre la tierra, es por ello que el estudiantado en su mayoría comprende el papel fundamental de estos sobre la existencia de la vida.

Sin vida: Esta tendencia es mencionada alrededor de siete veces por la mayoría de los grupos con un porcentaje de 58,33%.

GU1:G6:P2.1: [Haciendo referencia la lectura “La ecología se hace mayor de edad” y a la pregunta ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?] “Pues los microorganismos son importantes en todas las funciones de la vida y sería imposible una vida sin microorganismos”

GU1:G5:P2.1: [Haciendo referencia la lectura “La ecología se hace mayor de edad” y a la pregunta ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?] “En la descomposición de la materia un mundo sin ellos sería un mundo muy diferente no existirían muchas cosas como los antibióticos, la fermentación de la leche.”

En cuanto a lo referente a las demás tendencias tales como vitalidad de la ecología, equilibrio de la vida, sin antibióticos y fermentación, un mundo vacío y de vida corta y limitación de lo biológico estas son las menos representativas y corresponde al 8,3% cada una.

8.2.5. Desarrollo del seminario metabolismo

A continuación, se presentan los hallazgos de la aplicación del segundo seminario. Para el desarrollo de esta temática, se construyen las categorías “*Metabolismo*”, “*Metabolismo fermentativo*” y “*Metabolismo oxidativo*”.

8.2.5.1 Metabolismo

Para esta primera categoría, en términos generales pudimos identificar de la actividad cuatro subcategorías: *Condiciones*, *Tipo*, *Rutas* y *Productos* (Ver Figura 64).

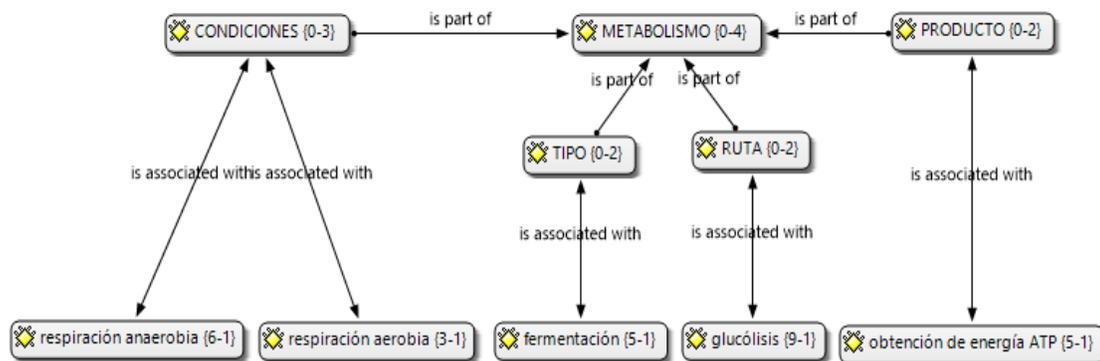


Figura 64. Actividad 3. Categoría identificada “*Metabolismo*”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti)

En la Figura 64, refiriéndose a la categoría de metabolismo, se presentan a partir de las concepciones obtenidas de los futuros docentes cuatro subcategorías, donde se evidencia como principal saber las *Condiciones* con 33.33%, posteriormente se tiene *Tipo* con 22,22%, seguido de *Ruta* con 22,22 % y por último *Producto* con un valor de 22,22%.

A continuación, se presenta la clasificación de cada subcategoría y las principales tendencias observadas en el desarrollo de la secuencia de clase.

Condiciones

En esta subcategoría se evidenciaron 2 tendencias: *respiración anaerobia* y *respiración aerobia* (Ver Figura 65).

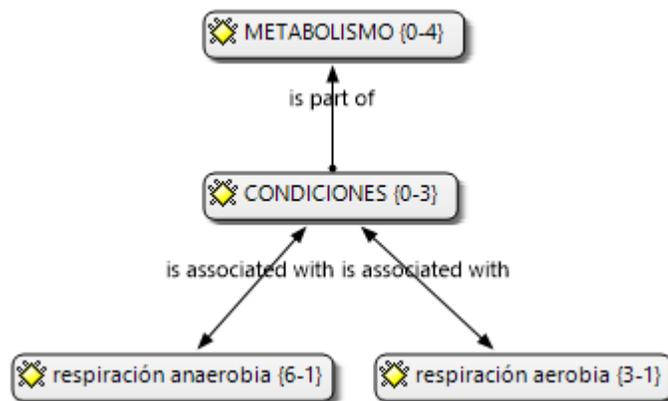


Figura 65. Actividad 3. Tendencias identificadas de la subcategoría “Condiciones”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Respiración anaerobia: En esta tendencia se presenta que los docentes en formación en su mayoría mencionan en un 66,66% la respiración sin presencia de oxígeno como mecanismo importante para obtener energía y desempeñar sus funciones vitales y de transformación en el medio.

GU2:G4:P3: [Haciendo referencia a la actividad “Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía”]. “Las bacterias anaerobias hacen uso de otros procesos bioquímicos por medio de otros compuestos orgánicos e inorgánicos debido a que su respiración no necesita oxígeno. Los microorganismos aerobios obtienen la energía haciendo el uso del proceso de glucólisis, descarbolización oxidativa y el ciclo de Krebs”.

Respiración aerobia: Con respecto a esta tendencia se observa que los futuros docentes tienen como concepción alternativa en un 33,33% que la respiración aerobia es una de las condiciones para que las bacterias puedan llevar a cabo su metabolismo.

GU2:G10:P3: [Haciendo referencia a la actividad “Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía”]. *Las bacterias aerobias y anaerobias realizan el proceso de l glicolisis y en el caso de las bacterias aerobias, realizan el proceso del ciclo de Krebs aparte del piruvato producido en la glucolisis obteniendo 34 ATP, quienes son fuente de energía para la respiración celular.*

Tipo

Con relación a esta subcategoría se puede evidenciar la generación de la tendencia *Fermentación* con un 100%. Lo que establece la relevancia de este tipo de metabolismo en la obtención de energía de los microorganismos (Ver Figura 66).

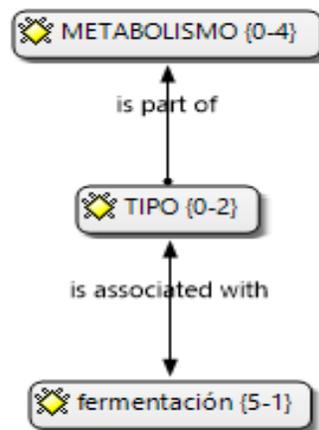


Figura 66. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Tipo”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Fermentación: La siguiente tendencia con un valor del 100%, presento gran relevancia en los saberes previos del estudiantado debido a que representa los diversos procesos de fermentación que son próximos al aprendizaje cotidiano y forman parte de la experiencia.

GU2:G5:P3: [Haciendo referencia a la actividad “Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía”]. “Se utiliza la glucolisis obteniendo el piruvato, luego el ciclo de Krebs generando la energía, las anaerobias utilizan procesos de fermentación o descomposición del hidrogeno a otros elementos, también se puede decir que hubo fermentación alcohólica ya por la degradación de la avena”.

Ruta

En cuanto a esta subcategoría se reconoce como tendencia fundamental la *Glucolisis* con un 100% que representa la ruta metabólica esencial en la obtención de energía en el proceso de la respiración celular (Ver Figura 67).

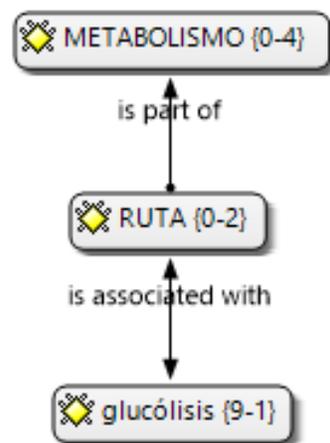


Figura 67. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Ruta”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti).

Glucolisis: La siguiente tendencia presento el 100% de las concepciones alternativas del estudiantado con respecto a la ruta metabólica que precisan las bacterias para la obtención de energía en forma de ATP mediante hidratos de carbono.

GU2:G9:P3: [Haciendo referencia a la actividad “Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía”]. *Todas las bacterias hacen glicolisis y pasan el ciclo de Krebs en el cual hay dos tipos de respiración en la cual encontramos el aceptor (O) para los aerobios y componentes inorgánicos para los anaerobios.*

Producto

Con respecto a esta subcategoría, se identifico la tendencia “*Obtención de energía ATP*” con una frecuencia del 100%. Lo que muestra que los docentes en formación tienen en sus concepciones claridad en cuanto al resultado final de los procesos metabólicos (Ver figura 68)

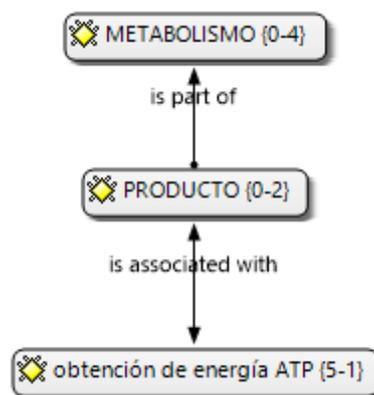


Figura 68. Actividad 3. Tendencia identificada de la subcategoría “Producto”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Obtención de energía ATP: La presente tendencia con un valor del 100% como producto del proceso metabólico, recalca que en la formación académica de los estudiantes se han construido conocimientos bases que precisan la obtención de energía celular de los microorganismos.

GU1:G2:P3: [Haciendo referencia a la actividad “Realiza un resumen donde menciones cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía”]. “*El proceso que realizan los microorganismos aerobios para su metabolismo es primeramente la glucolisis en donde el glucógeno pasa a ser piruvato y de allí se empieza a realizar el ciclo de Krebs obteniendo de esta forma ATP. Lo que sucede en los microorganismos anaerobios es que se genera o produce la glucolisis, pero no realiza ciclo de Krebs, por lo que llevaría a usar otros tipos de procesos biológicos tales como la fermentación*”.

Por otro lado, adicional a la Actividad 3, para desarrollar la categoría de *Metabolismo*, se realizó durante la intervención didáctica una Actividad 6, en la cual se hizo socialización de la lectura “**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleaginosos**”. A partir de esta, se realizaron interrogantes y reflexiones de manera grupal y transversal con los docentes participantes. De esta manera, se identificaron en esta actividad dos subcategorías *Tipos* y *Condiciones* (Ver figura 69).

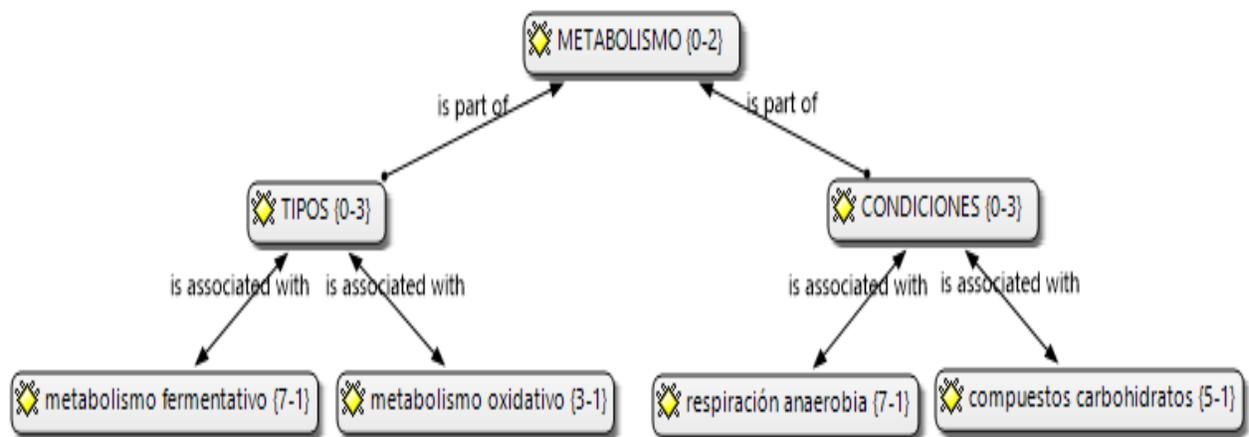


Figura 69. Actividad 6. Categoría identificada de Metabolismo.

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti)

Con relación a la Figura 69, se observa que los futuros docentes reafirmaron dos subcategorías de las vistas anteriormente, como lo son *Tipos* con un 50% y *Condiciones* con un

50%. Lo que indica que, en su conocimiento básico sobre la microbiología, hay claridad con respecto al proceso metabólico que le confiere energía a las células bacterianas.

Con lo anterior, presentamos la sistematización obtenida de cada subcategoría y las tendencias más relevantes en el desarrollo de la secuencia didáctica.

Tipos

En esta subcategoría se reconoció dos tendencias *Metabolismo fermentativo* con un valor del 70% y *Metabolismo oxidativo* con un 30%. Este resultado señala la clasificación metabólica que permite caracterizar los diversos microorganismos (Ver Figura 70).

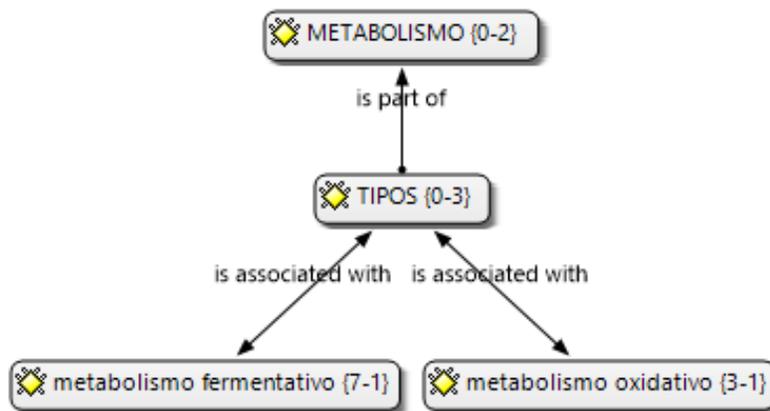


Figura 70. Actividad 6. Tendencias identificadas de la subcategoría “Tipos”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti)

Metabolismo fermentativo: En cuanto a esta tendencia se destaca ser la idea inicial y principal mencionada por la mayoría de los docentes en formación ya que con un 70%, se atribuye a que esta concepción es derivada de los procesos biotecnológicos como son la industria alimentaria en donde la fermentación permite la producción de bebidas alcohólicas y lácteas.

GU2:G5:P6: [Haciendo referencia a la actividad “Según la lectura (**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleaginosos**) y a la pregunta ¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación? responde”]:

Fermentativo ya que no hay presencia de oxígeno, pero si hay presencia de glucosa como en todos los tipos de respiración”.

Metabolismo oxidativo: Esta tendencia con un 30%, señala una identificación por parte de los docentes en formación, de los procesos a ejecutar para la obtención de energía y nutrientes con la presencia de oxígeno.

GU2:G9:P6: [Haciendo referencia a la actividad “Según la lectura (**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleaginosos**) y a la pregunta ¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación? responde”]: *Un metabolismo oxidativo ya que estos adsorben electrones extraídos a partir del material biodiesel ya que crean una diferencia de potencial almacenado.*

Condiciones

En lo que se refiere a esta subcategoría, se clasificaron dos tendencias *Respiración anaerobia* con una apreciación del 58,33% y *Compuestos carbohidratados* con el 41,66%. La información obtenida, indica los factores o parámetros del proceso metabólico que permite caracterizar los diversos organismos microscópicos (Ver Figura 71).

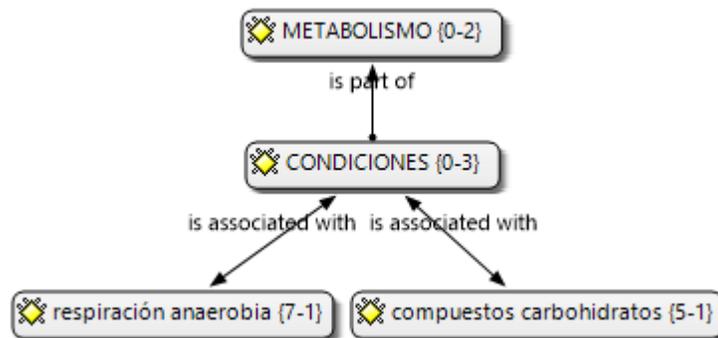


Figura 71. Tendencias identificadas de la subcategoría “Condiciones”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Respiración anaerobia: En relación a esta tendencia se expresa una vez más con un valor del 58,33%, el proceso biológico de óxido reducción como elemental en la glucólisis para la obtención de energía mediante moléculas de ATP.

GU2:G4:P6: [Haciendo referencia a la actividad “Según la lectura (**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleoginosos**) y a la pregunta ¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación? Responde”]: *“Fermentativo: teniendo inicialmente glucosa y en ausencia de oxígeno”*.

Compuestos carbohidratados: Esta tendencia comprende el 41,66% de las concepciones establecidas, manifestando claridad de los estudiantes al establecer la degradación de los diferentes hidratos de carbono como forma de almacenamiento de energía y combustible en el proceso metabólico.

GU2:G3:P6: [Haciendo referencia a la actividad “Según la lectura (**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleoginosos**) y a la pregunta ¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación? responde”]: *“Fermentativo ya que son utilizados en la glucosa, fructosa, manosa, sin la presencia de oxígeno y acumulación de lípidos y obtención de glicerol para la producción de Biodiesel”*.

8.2.5.2 Metabolismo fermentativo

En la Actividad 4 de la intervención, se planteó el siguiente interrogante *“Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales”*. Durante el desarrollo de la anterior, se observó participación

por parte del estudiantado al relacionar lo explicado en la secuencia de clase con la botella que contenía avena dejada con tiempo para originar el proceso de fermentación.

A partir de esto, se construyó la categoría *Metabolismo fermentativo* y cuya sistematización derivó subcategorías como “*Mecanismos*” con 60% y “*Nutrientes*” con un 40% (Ver Figura 72).

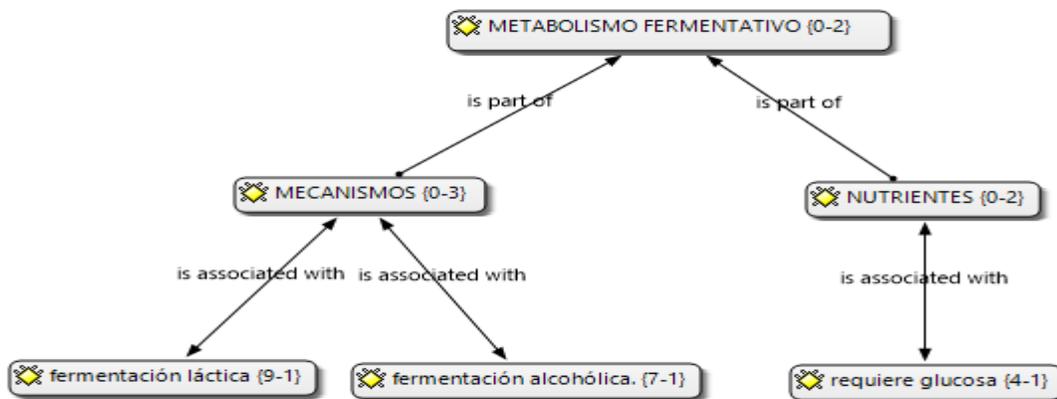


Figura 72. Actividad 4. Categoría identificada de Metabolismo fermentativo

Fuente: Construido por los autores en el Atlas ti.

Mecanismos

Esta subcategoría presenta una valoración del 60% de acuerdo con la sistematización generada de las concepciones del profesorado en formación. A su vez se identifican dos tendencias “*Fermentación láctica*” y “*Fermentación alcohólica*” (Ver Figura 73).

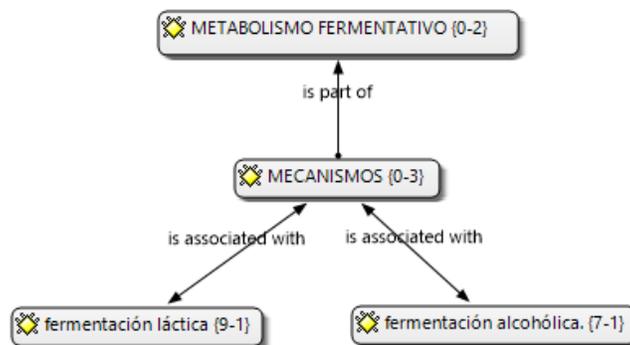


Figura 73. Tendencias de la subcategoría “*Mecanismos*”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Fermentación láctica: Por su parte esta tendencia con 56,25% evidencia que el concepto de fermentación y sus mecanismos, fueron construidos de manera precisa ya que los futuros docentes pudieron hacer una confrontación de lo aprendido con una situación próxima a su cotidianidad como una bebida de avena.

GU2:G5:P4: [Haciendo referencia a la actividad “Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales”]: *“Se observaron dos capas en la botella y se dio un metabolismo fermentativo (láctico) ya que se dio en un medio que poseía leche, también se puede decir que hubo fermentación alcohólica ya por la degradación de la avena y los compuestos finales. Llevándole alcohol etílico”.*

Fermentación alcohólica: En esta tendencia se evidencia con un 43,75%, que el profesorado identifica las características fundamentales de los tipos de fermentación, mediante aspectos como la observación, el olfato y la aplicación de las concepciones previas.

GU2:G2:P4: [Haciendo referencia a la actividad “Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales”]: *“El metabolismo que se realiza en la botella es fermentativo, y este puede ser láctico debido a la presencia de la lactosa (leche) en el medio y la alcohólica debido a este presenta avena que genera como resultado un producto etanol u otro compuesto alcohólico”.*

Nutrientes

La presente subcategoría se reconoció en los estudiantes con una frecuencia de 40%, evidenciando que estas concepciones son consistentes y estables en los saberes del profesorado,

pues consideran los diferentes mecanismos que tienen los microorganismos para la obtención de energía. Esto se aprecia en la tendencia “*Requiere glucosa*” (Ver Figura 74).

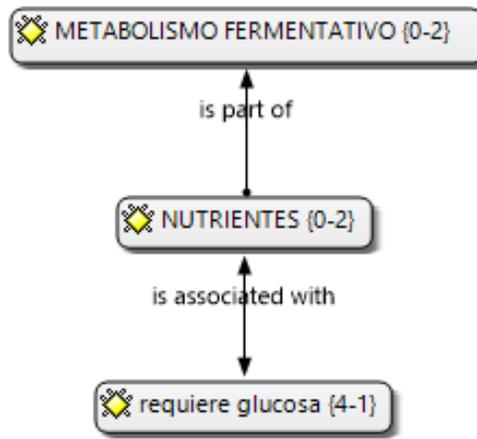


Figura 74. Actividad 4. Tendencias de la subcategoría “Nutrientes”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Requiere glucosa: Esta tendencia evidencia que un porcentaje de 100% del profesorado hacen referencia a la glucosa como principal fuente de energía para el funcionamiento de las células del organismo.

GU2:G4:P4: [Haciendo referencia a la actividad “Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales”]: “*Fermentación láctica: leche; fermentación alcohólica: avena. Los microorganismos actuaron sobre el sustrato, todas las fermentaciones inicialmente requieren de C₆H₁₂O₆ la cual en la fermentación heteroláctica requiere la mitad de esta, la otra parte se evidencia en el olor característico a alcohol*”.

Ahora bien, para continuar con esta categoría se realizó una segunda actividad correspondiente al número 5 de la intervención, titulada “**Un ensayo novedoso**”. En esta se

planteaba la situación: “Una reconocida científica de la universidad de Wisconsin, Cecilia Westbrook, analizo su flora vaginal; así descubrió unos nuevos lactobacilos, que les pareció merecedores de ser estudiados, en primera medida ansió comprobar si estos microorganismos fermentaban la leche”. Seguidamente se hicieron los siguientes interrogantes ¿Es posible una fermentación?, y ¿consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogurt?

Desde este enfoque y mediante la sistematización de la información obtenida, surgieron las subcategorías *Factores ambientales*, *Factores anatómicos* y *Tipos* (Ver Figura 75).

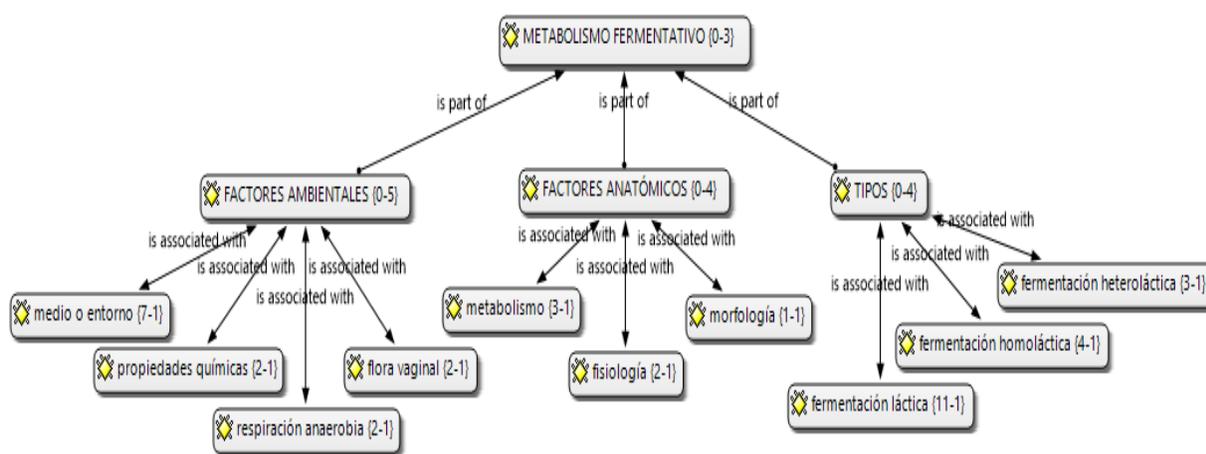


Figura 75. Actividad 5. Categoría identificada de Metabolismo fermentativo

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

En la Figura 75, se observa que, a partir de los conocimientos previos del estudiantado y mediados por el proceso de aula, la categoría *Metabolismo fermentativo* origina diversas ramas o subcategorías con valores sobresalientes, tal es el caso de *Factores ambientales* con el 38,46%; *Factores anatómicos* con el 30,76% y *Tipos* con el 30,76%.

Factores ambientales

Con relación a esta subcategoría, se estima que, para los futuros docentes, el medio en el que se desarrollan los microorganismos son fundamentales para que hallan procesos de crecimiento,

reproducción y químicos. Entre las tendencias obtenidas están *Medio o entorno*, *Propiedades químicas*, *Respiración anaerobia* y *Flora vaginal* (Ver Figura 76).

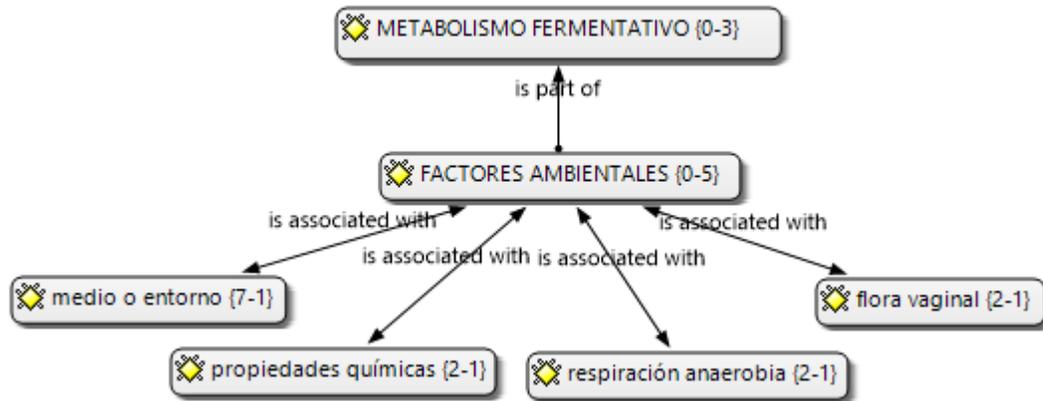


Figura 76. Actividad 5. Tendencias de la subcategoría “Factores ambientales”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Medio o entorno: En esta tendencia se observó que el 53,84% de los docentes tienen como concepción sólida que los factores del medio en el que habitan los microorganismos influyen en los procesos y funciones vitales.

GU2:G7:P5.2 [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogur?” Y responde]: “No, porque debe tener las condiciones de un ambiente específico”.

Propiedades químicas: En esta tendencia el 15,38% de futuros docentes sostienen que las propiedades del entorno tales como los nutrientes, pH y elementos que originan reacciones benéficas para estos, son esenciales para la colonización de microorganismos.

GU2:G3:P5.2: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogur?” y responde]: “si, estas bacterias desencadenan un proceso microbiano en el cual la lactosa produce o se transforma

en ácido láctico y a medida que se acumula la estructura de las proteínas de la leche se van cuajando.”

Respiración anaerobia: Se evidencia que el 15,38% de las concepciones del estudiantado fundamentan este tipo de respiración como principal en los microorganismos para que mediante el proceso de óxido reducción obtengan energía.

GU2:G10:P5.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿es posible una fermentación?” Responde:]: *“Si, puesto que no produce respiración anaerobia por ende produce fermentación”*.

Flora Vaginal: Similar a las tendencias anteriores, esta también presenta un valor de 15,38% lo que indica que los docentes derivan esta tendencia de la situación problema planteada en donde la flora vaginal es considerada un medio de desarrollo óptimo para organismos microscópicos específicamente *lactobacilos*.

GU2:G5:P5.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿es posible una fermentación? y responde:]: *“Sí porque el lactobacillus es un microorganismo fermentativo para la fermentación de la leche y si hacemos una comparación con el flujo vaginal es espeso y lechoso”*.

Factores anatómicos

Esta subcategoría nos muestra que factores propios de los procesos biológicos en el cuerpo de los seres vivos, son considerados en un 30,76% como aspectos importantes por los docentes en formación. Originándose así las tendencias “*Metabolismo*”, “*Fisiología*” y “*Morfología*” (Ver Figura 77).

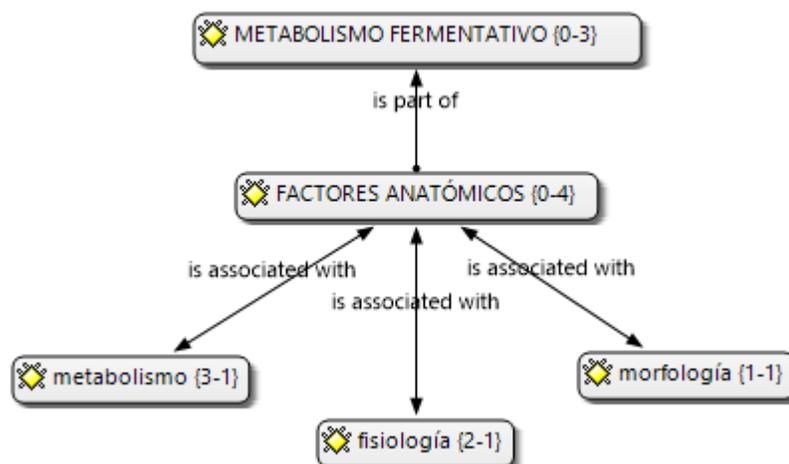


Figura 77. Actividad 5. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores anatómicos”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Metabolismo: Esta tendencia con un 50% resulta ser la más mencionada por los futuros docentes, resaltando que las estrategias abordadas en clase y mediante la columna intervienen en la concepción de que sea el metabolismo el proceso bioquímico que tiene como receptor final la obtención de energía.

GU2:G2:P5.2: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogur?” y responde]: *Sí, debido a que estos microorganismos dependen de la lactosa para su reproducción o desarrollo, estos al encontrarse en su medio, pasarían a adueñarse del mismo realizando su metabolismo”.*

Fisiología: La presente tendencia con una valoración de 33,33%, por parte del estudiantado señala que unos de los factores más importantes en el proceso metabólico son las funciones características de cada microorganismo.

GU2:G8:P5.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿es posible una fermentación?” y responde]: *“Si, porque en la fermentación se utiliza Ac. Láctico lo cual es producido por los lactobacilos encargados de la fermentación”.*

Morfología: Encontramos en esta tendencia que los docentes en formación correspondientes al 16,66%, indican que algunas funciones de los microorganismos están ligadas a su estructura y forma. Lo que hace que sean específicos para ciertos procesos como puede ser la producción de yogur.

GU2:G9:P5.2 [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogur?” y responde]: “No porque hay que considerar la morfología de los lactobacilos y el medio en el que se encuentren”.

Tipos

Con respecto a esta subcategoría se evidenció que el 30,76% de los docentes en formación estimaron que los tipos de metabolismo como “*Fermentación láctica*”, “*Fermentación homoláctica*” y “*Fermentación heteroláctica*”, son la forma de caracterización más precisa para evaluar el proceso que se expone en la situación (Ver Figura 78).

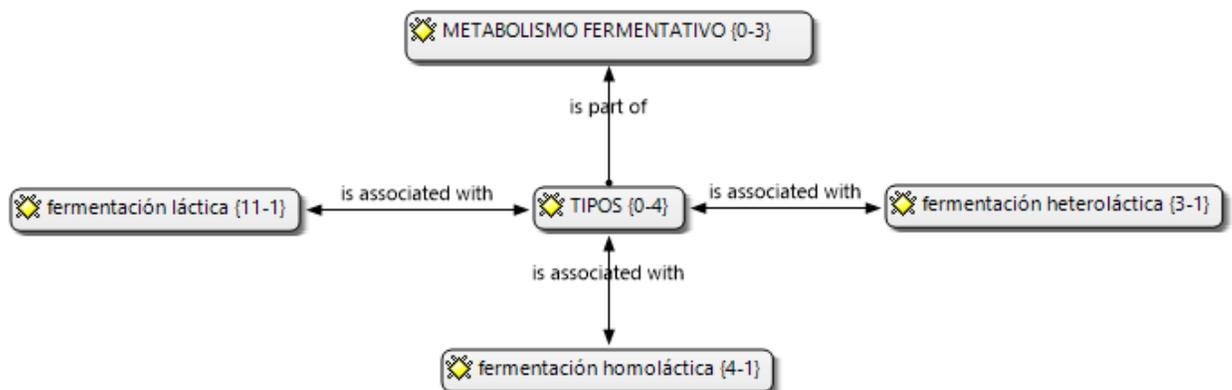


Figura 78. Actividad 5. Tendencias de la subcategoría “Tipos”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Fermentación láctica: Esta tendencia presenta superioridad en cuanto a la frecuencia con la que fue mencionada ya que tiene un valor de 61,11%, lo que indica que conceptos generales de la

bioquímica en microorganismos como la fermentación, específicamente fermentación láctica han sido asimilados mayormente en los saberes alternativos del estudiantado.

GU2:G1:P5.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿es posible una fermentación?” y responde]: “*Si, fermentación de ácido láctico, fermentación homoláctica y heteroláctica*”.

Fermentación homoláctica: Esta tendencia presenta una relevancia del 22,22% en cuanto a la clasificación de este proceso catabólico en ausencia de oxígeno.

GU2:G4:P5.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y a la pregunta ¿es posible una fermentación?” y responde]: “*Si es posible una fermentación debido a que los lactobacilos pueden llevar a cabo el proceso de fermentación homoláctico y heteroláctico*”.

Fermentación heteroláctica: En cuanto a esta tendencia, se muestra que un total del 16,66%, de los profesores en formación.

G3=E15-E18-E19: [Haciendo referencia a la actividad “Lee el texto un ensayo novedoso y responde: ¿es posible una fermentación? ¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogur?”]: “*Si, por que sería una fermentación láctica lo cual utilizan los microorganismos lactobacilo, también por fermentación heteroláctica y homoláctica*”. “*Si, estas bacterias desencadenan un proceso microbiano en el cual la lactosa produce o se transforma en ácido láctico y a medida que se acumula la estructura de las proteínas de la leche se van cuajando*”

8.2.5.3. Metabolismo oxidativo

Por otra parte, también realizamos actividades relacionadas con el metabolismo oxidativo, entre las cuales se halla inicialmente la actividad 1 con la lectura “**Winogradsky y la**

quimilitotrofia”, en donde se dio respuesta al interrogante: Explica la oxidación del siguiente proceso $H_2S \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$

De este modo estimamos que en la actividad inicial de la guía dos, se indagó por las ideas previas que tenían los profesores sobre los procesos de óxido reducción a partir de la siguiente ecuación $H_2S \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$. En ella se observa que el azufre inicialmente tiene un estado de oxidación de -2, que al oxidarse y perder 6 e- queda en un estado de oxidación positivo. De esta manera, se encontró que el 40 % de los estudiantes no tienen dificultad en evaluar los procesos de óxido-reducción, por otra parte, el 40% tienen poca dificultad en entender estos procesos y finalmente el 20% no comprenden como ocurre los procesos de óxido-reducción. Así pues, podemos decir que la mayoría del profesorado tiene una idea y entiende como ocurren los procesos metabólicos para la obtención de energía como el de óxido reducción.

También hicimos la actividad 2, correspondiente a una situación problema sobre **“Bacterias trabajadoras de metales”**, a partir de lo cual se obtuvo diversas concepciones.

Con las actividades propuestas y como se ve en Figura 79, se registró que en relación al *Metabolismo oxidativo* abordado en la intervención didáctica. Las concepciones de los docentes en formación, se pueden agrupar en las siguientes subcategorías *Factores* con el 38,46%; *Productos* con el 30,76%, *Nutrientes* con el 15,38% y *Morfología* con el 15,38%.

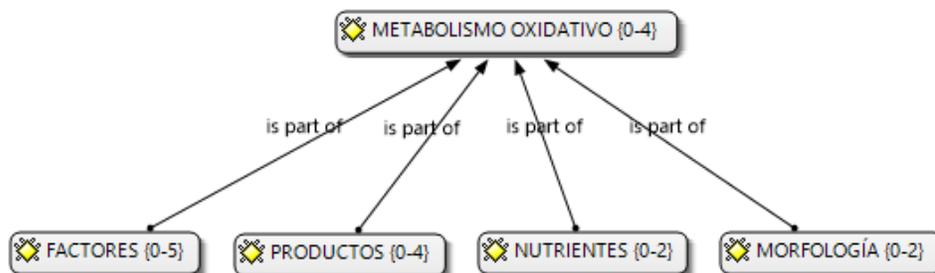


Figura 79. Actividad 2. Categoría identificada de Metabolismo oxidativo

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Factores

En esta subcategoría se observa que los diversos factores que se presentan a nivel biológico o ambiental inciden en el crecimiento y colonización de los microorganismos. De este modo, obtuvimos cuatro tendencias *Simbiosis química*, *Agua fuente de energía*, *Condiciones ambientales* y *Proceso enzimático*.

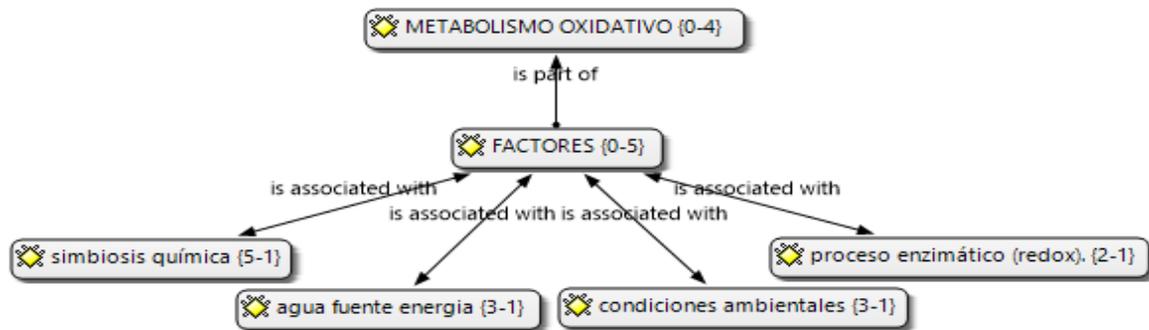


Figura 80. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Factores”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Simbiosis química: En esta tendencia se muestra que el 38,46% de los estudiantes mencionan la simbiosis haciendo referencia a las relaciones biológicas que se generan entre organismos de distintas especies.

GU2:G2:P2.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde ¿Cómo consideras que actúan las bacterias extremófilas sobre los metales?”]: “*Las bacterias extremófilas oxidan las sustancias inorgánicas, usándolo como fuente de energía o sea de alimenta de hierro (Fe) produciendo (Fe₂O₃)*”.

Agua fuente de energía: Con respecto a esta tendencia que fue mencionada en un 23,07%, se deduce que se ha acentuado la concepción del agua como principal agente o elemento para el desarrollo de diversos procesos y obtención de energía en los organismos macro y microscópicos.

GU2:G6:P2.2: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde ¿Qué relación encuentras entre el agua de los afluentes con las bacterias y la maquinaria?”]: *“El agua funciona como portador y como medio para los microorganismos, además, el agua en contacto con el hierro cumple una función oxidativa respecto a un tiempo de contacto, estos procesos se aceleran cuando los microorganismos extremófilos están presentes”.*

Condiciones ambientales: Se establece en esta tendencia que un 23,07% de los futuros docentes entre sus concepciones previas tiene muy marcada la idea de que los factores del ambiente ya sean fisicoquímicos o biológicos son determinantes en crecimiento y desarrollo de los microorganismos.

GU2:G9:P2.2: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde ¿Qué relación encuentras entre el agua de los afluentes con las bacterias y la maquinaria?”]: *“Al encontrarse afluentes cerca sirven como humedad en la mina provocando que para las bacterias se cree un ambiente óptimo para su replicación y su nutrición”.*

Proceso enzimático: Esta concepción de los docentes en formación correspondiente al 15,38%, evidencia una estructuración de los saberes sobre reacciones químicas las cuales son catalizadas por las enzimas.

GU2:G1:P2.3: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde, Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?”]: *“Proceso enzimático a través de reacciones (Redox) bioquímicas para degradar los nutrientes en el medio”.*

Productos

En esta subcategoría se observa que además de factores en el *metabolismo oxidativo*, los docentes consideran a los productos esenciales en este proceso. Entre estos se presentan tendencias

como “oxidan compuestos metálicos”, “Transforman compuestos para obtener energía” y “Capacidad de oxidación” (Ver Figura 81).

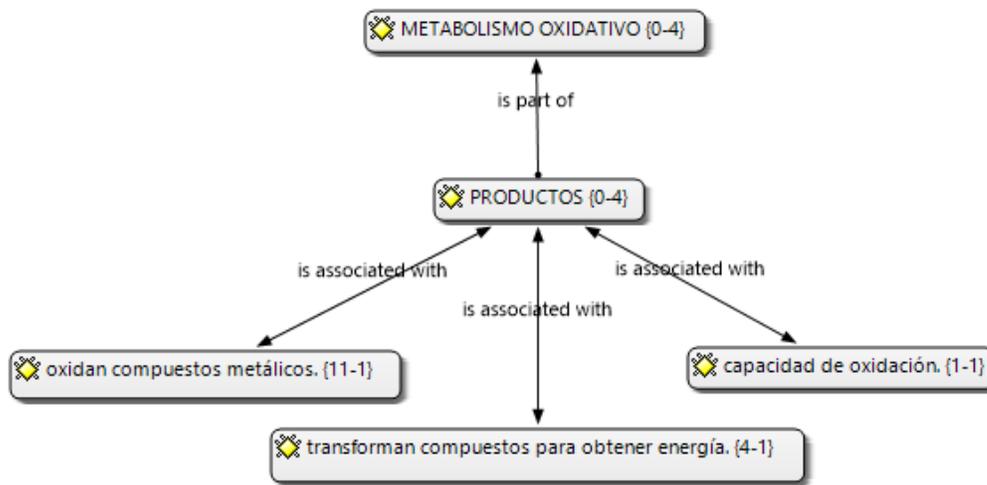


Figura 81. Actividad 2. Tendencias identificadas de la subcategoría “Productos”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Oxidación de compuestos metálicos: Esta tendencia se presenta con un 68,75% lo que indica que para los estudiantes los procesos de obtención de nutrientes o energía se realizan mediante la oxidación y reducción de elementos.

GU2:G4:P2.2: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde ¿Qué relación encuentras entre el agua de los afluentes con las bacterias y la maquinaria?”]: “Las bacterias al estar inmersas en el H₂O y al estar en contacto con las máquinas producen la oxidación y deterioro de estas”.

Transformación de compuestos para obtener energía: Con relación a esta tendencia con un 25%, se observa que los futuros docentes tienen marcada la concepción de que a partir de los procesos metabólicos mediante la transformación de compuestos orgánicos e inorgánicos se obtienen los nutrientes y por ende la energía necesaria para sus funciones vitales.

GU2:G7:P2.3: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde, Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?”]: “*Primero tiene que tener adaptación del medio y ya con esto se evidencia que pueden utilizar del medio para poder nutrirce ejemplo las bacterias metanofilas que utilizan el metano como fuente, transformando o degradando estos materiales*”.

Capacidad de oxidación: En esta tendencia el 6,25% del profesorado resalto el potencial y función de los microorganismos en la transformación de compuestos mediante la oxido-reducción para la obtención de alimento y energía.

GU2:G3:P2.1: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde ¿Cómo consideras que actúan las bacterias extremófilas sobre los metales?”]: “*Las bacterias extremófilos son influyentes cercanas del agua ya que presentan elevada capacidad de oxidación*”.

Nutrientes

En esta subcategoría, los docentes en formación precisan el requerimiento de nutrientes en el desarrollo de *metabolismo oxidativo*, generándose la tendencia *Requerimientos nutricionales* (Ver Figura 82).

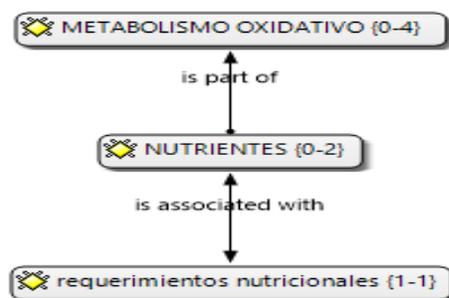


Figura 82. Actividad 2. Tendencia identificada de la subcategoría “Nutrientes”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Requerimientos nutricionales: En esta tendencia se evidencia que un 100% de los futuros docentes comprenden que para el desarrollo de procesos biológicos o químicos es necesaria una cantidad de nutrientes que conduzcan a la obtención de energía.

GU2:G8:P2.3: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde, Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?”]: “*Estas bacterias son capaces de soportar condiciones extremas del medio, ya sea de temperatura y de nutrientes para su desarrollo y crecimiento. Ellas se alimentan de lo que puede necesitar para su crecimiento. Ya sea altas concentraciones de sal, de metales, azúcar etc. por medio de la M. celular*”.

Morfología

En la presente subcategoría se observa que, para los futuros docentes, la forma y estructura que presentan los microorganismos tiene incidencia en los procesos metabólicos. Postura que se puede apreciar en la tendencia *Estructuras celulares* (Ver Figura 83).

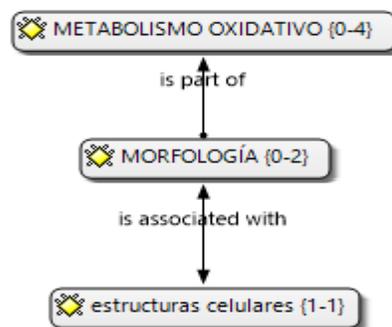


Figura 83. Actividad 2. Tendencia identificada de la subcategoría “Morfología”

Fuente: Por los autores en el Atlas ti.

Estructuras celulares: En esta tendencia se evidenció que los futuros docentes en un 100%, presentan la concepción de que la forma y estructura de los microorganismos son factores que intervienen en los procesos para la obtención de energía.

GU2:G10:P2.3: [Haciendo referencia a la actividad “Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde, Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?”]: “*Para los microorganismos alimentarse, tienen su membrana plasmática, para lo cual es mono-lipídica lo que confiere más resistencia*”.

Finalmente, se estimó con respecto a la sesión de metabolismo que las concepciones previas y las estrategias didácticas abordadas en la intervención al curso de Microbiología, influyeron en las transformaciones estructurales y en el desarrollo cognitivo de los futuros docentes. Puesto que, estas fueron precisas para que se diera una comprensión de los procesos metabólicos, los cuales pueden ser contextualizados en aspectos biotecnológicos como la industria alimentaria, ambiental o de biorremediación, entre otras. De acuerdo con Borrachero et al., (2011), las concepciones que poseen los estudiantes también llamadas epistemológicas, están influenciadas por el profesorado, mediante los métodos o instrumentos de enseñanza que utiliza, la organización y desarrollo de sus clases, la solución de situaciones problemas y la construcción de conocimientos científicos, entre otros factores.

Por otra parte, en cuanto a la temática de Metabolismo y los tipos que este presenta de manera general *Metabolismo fermentativo y oxidativo*, Koneman (2008) plantea que estos son producto de la degradación bacteriana de carbohidratos en donde a partir de vías metabólicas los electrones son transferidos a compuestos de potencial de óxido reducción, lo que genera la liberación de energía en forma de ATP. De este modo, el *metabolismo oxidativo* produce energía mediante la obtención de oxígeno molecular, y por el contrario, el *metabolismo fermentativo* es un sistema glucolítico que tiene como aceptor final la obtención de energía en forma de ATP.

De esta manera en la educación, la temática de metabolismo de los hidratos de carbono es una de los temas más importantes enseñados en la secundaria y nivel universitario en componentes

de las Ciencias Naturales como Biología, Química, Medicina y Nutrición. Su enseñanza y aprendizaje conduce al estudio de variadas estructuras moleculares y reacciones químicas, de la función de las enzimas en los mecanismos de transporte a través de la membrana, y de las regulaciones de vías metabólicas como la glucólisis Garófalo et al., (2014).

8.2.6. Salida de campo

La salida de campo realizada en el Jardín Botánico, estuvo bajo la supervisión de los funcionarios del parque, quienes hicieron una charla sobre la historia de este lugar y su importancia en la educación y a nivel cultural en la región. Además, guiaron un recorrido por sus senderos, en donde se visualizó un poco de la riqueza natural con la que se cuenta en Neiva. Así mismo, en la salida de campo al profesorado se le enseñó una columna de Winogradsky construida con tiempo (aproximadamente dos meses antes) y que presentaba pigmentaciones ya desarrolladas. A partir de esta, se explicó cómo crecen los ecosistemas microbianos, los metabolismos que se desarrollan y las relaciones que se dan en la columna. Para finalizar, se les proporcionó una guía de campo como material educativo y práctico para el montaje de la columna, la cual contenía algunas preguntas. A continuación, se muestran algunas de las categorías obtenidas en las respuestas de los estudiantes (Ver Figura 84).

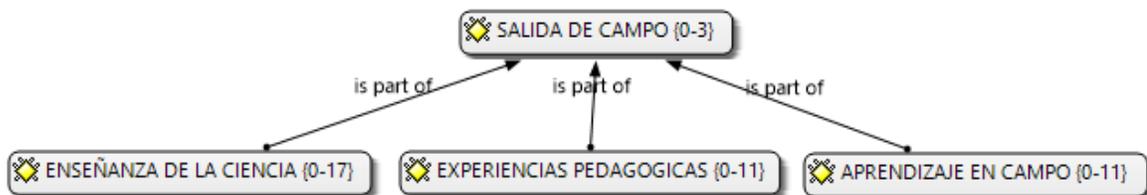


Figura 84. Categorías reconocidas en las producciones de la Salida de campo.

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Enseñanza de las ciencias

En lo concerniente a la salida de campo, se preguntó al profesorado qué temáticas de las ciencias naturales les gustaría emplear para una salida de campo y cuáles serían las causas para realizarlo, obteniendo 16 tendencias en la subcategoría enseñanza de las ciencias. Las tendencias más representativas son *diversidad metabólica y microbiana* con el 23,9%, seguido de *procesos y sistemas biológicos* con el 20,8%, *fomentar la investigación* con el 16,6% y *ciencias básicas* con el 15,6% entre otras, que se pueden apreciar en la Figura 85.

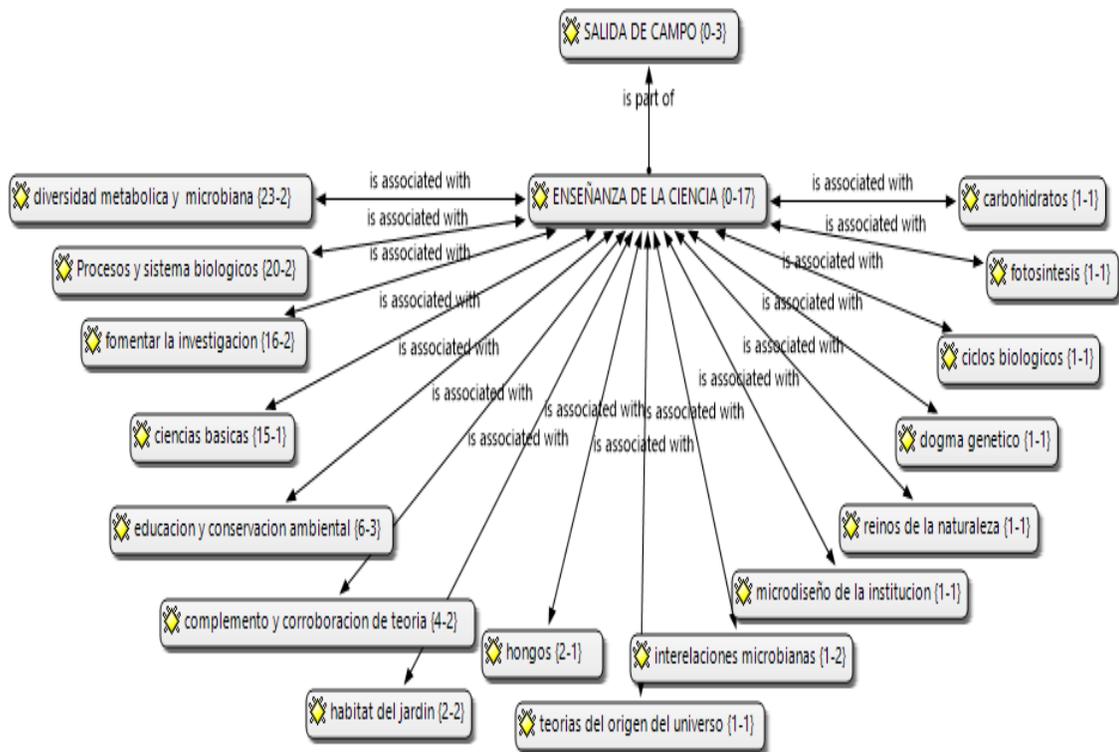


Figura 85. Guía de campo “Enseñanza de las ciencias”

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Diversidad metabólica y microbiológica: Esta es la tendencia que más se evidenció debido a que, al ser relativamente nueva y un área de gran interés ha generado curiosidad por conocer sobre el funcionamiento de los microorganismos

SC: E2: P10.1: [Haciendo referencia a la salida de campo, enseñanza y justificación de las salidas de campo] *“la célula, - diversidad microbiana, - reproducción en seres vivos, - genética porque los niños deben conocer temas fundamentales y los diferentes procesos que ocurren los seres vivos”*.

Procesos y sistemas biológicos: Esta tendencia también generó un fuerte impacto en los DF quienes tienen una inclinación, hacia el funcionamiento de las ciencias naturales, el estudio de los órganos de los seres vivos y su funcionamiento.

SC: E6: P10.1: [Haciendo referencia a la salida de campo, justificación a las salidas de campo] *“Sobre microorganismos, células, ambiente, porque todo lo natural de alguna forma están unidas y para entender nuestro mundo tenemos que indagar desde lo más simple hasta lo más complejo.”*

Fomentar la investigación: Esta también es una tendencia de gran valor para los docentes en formación quienes consideran que el aprendizaje se adquiere por motivación y descubrimiento, por eso las investigaciones en ellos generen gran interés.

SC: E2: P10.1: [Haciendo referencia a la salida de campo, justificación a las salidas de campo] *“sí, porque estas permiten conocer y experimentar y corroborar la teoría dicha en clase, y motiva a los alumnos al proceso de investigación.”*

Ciencias Básicas: Esta tendencia agrupa las diferentes ramas de las ciencias naturales, entre las cuales se destaca la microbiología como una ciencia de gran atracción.

SC:E11:P10.2: [Haciendo referencia a enseñanza en salidas de campo] *“Microbiología, porque es un mundo interesante donde a todos les despertará la curiosidad de conocer estos organismos pequeños.”*

De esta manera, entre las tendencias que tienen cierta significancia se encontró la *educación y conservación ambiental* con un 6,2%, *complemento y corroborar teoría* con 4,1%; finalmente en

las tendencias menos representativas están las temáticas de funciones muy específicas en la enseñanza, que por su cantidad no serán mencionadas, pero pueden observarse en la Figura 85.

Aprendizaje en campo

En lo concerniente al aprendizaje en la experiencia de salida de campo, se preguntó a los futuros docentes acerca de su aprendizaje y aspectos a tener en cuenta a la hora de realizar una salida de campo. Se encontraron 10 tendencias, de las cuales las más representativas son de nuevo *diversidad microbiana* con el 54,7%, seguido de *educación y conservación ambiental* con 14,2 %, finalmente en menor proporción se encontraron tendencias asociadas a temáticas muy puntuales que se pueden observar en la Figura 86.

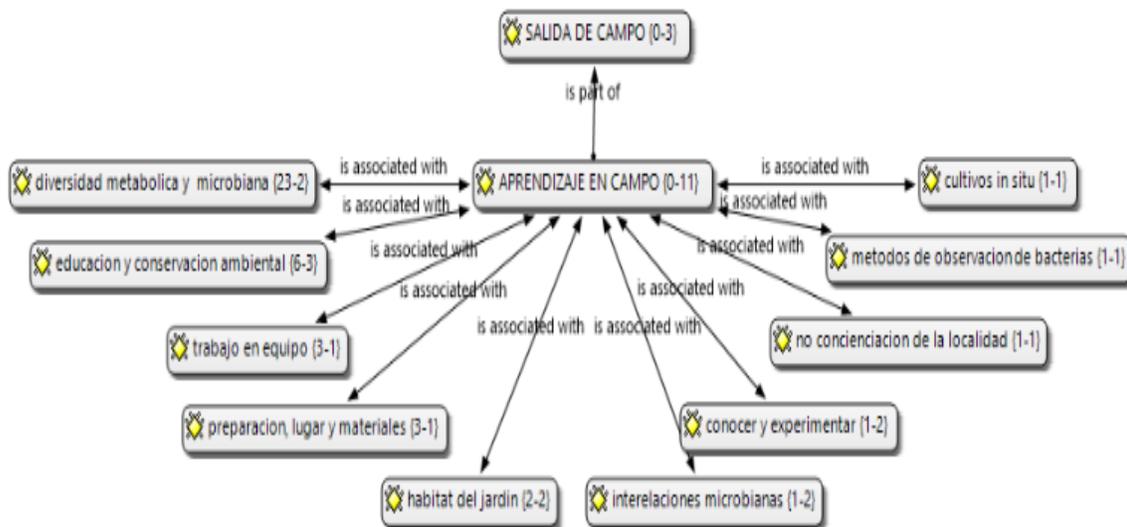


Figura 86. *Aprendizaje de campo de la salida pedagógica*

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

Diversidad metabólica y microbiana: Esta tendencia es una de las más representativas por que los docentes en formación evidenciaron que en un fragmento de lodo se pueden desarrollar millones de bacterias que viven interrelacionadas

SC: E2: P 10.1: [Haciendo referencia a la salida de campo, aprendizaje de campo] “*Aprendí que los microorganismos pueden cambiar el medio dependiendo de los elementos químicos y de*

esta forma crecen, por ejemplo, el azufre, muchos microorganismos se hicieron presentes con colonias de cierto color.”

Educación y conservación ambiental: Esta tendencia es otra de las tendencias que se menciona alrededor de seis veces y a manera personal se considera que se debe a las pocas zonas verdes que presenta la Ciudad de Neiva y a espacios como los del Jardín Botánico que ofrecen espacios para la investigación y observación de especies endémicas como migratorias.

SC: E5: P10.1: [Haciendo referencia a la salida de campo, aprendizaje de campo] *“Lo que más me llamó la atención fue conocer la variabilidad de ecosistemas en los cuales podemos encontrar a los microorganismos.”*

SC: E20: P10.1 *“Aprendimos como realizar la columna de Winogradsky que tipos de microorganismos pueden crecer en ellas. Nos gustó conocer el jardín botánico los diferentes tipos de animales, vegetación que en ella habitan...”*

Experiencias pedagógicas

Con relación a la salida pedagógica, se les preguntó a los docentes en formación acerca de la consideración de salidas didácticas como experiencia en su práctica profesional, obteniendo de esta manera 10 tendencias entre las más representativas están *procesos y sistemas biológicos* con el 37,7 % y *fomentar la investigación* con el 30,1% (Ver Figura 87).

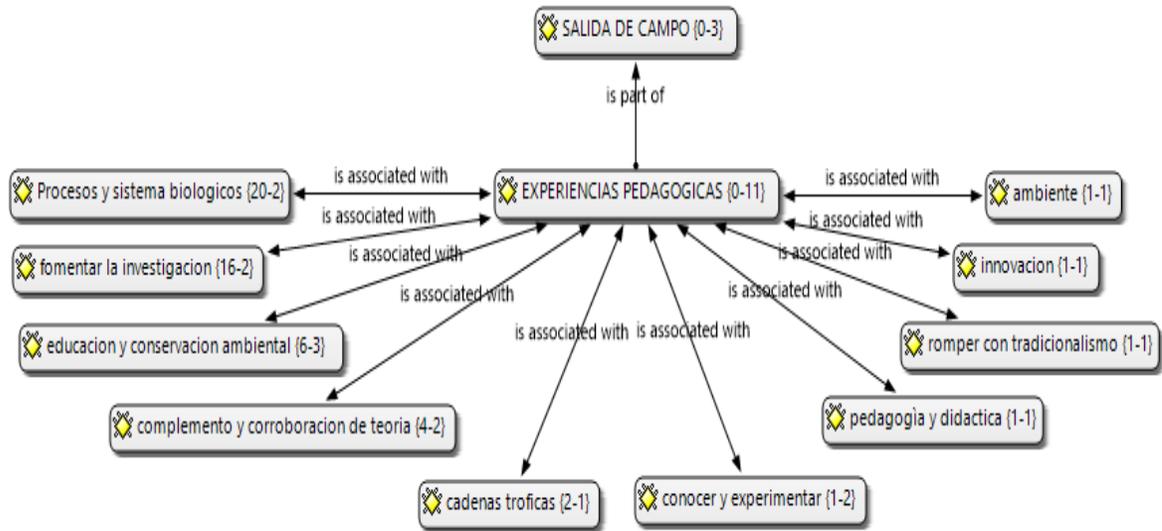


Figura 87. Experiencias didácticas de la salida pedagógica

Fuente: Construida por los autores en el Atlas ti.

De esta manera, se observó que la educación y conservación ambiental son tendencias que se relacionan también como parte de la experiencia y que además pueden contribuir como complemento a la enseñanza. Por otra parte, estos procesos contribuyen a fragmentar esquemas tradicionalistas e innovar en la enseñanza y la educación. Finalmente, las salidas de campo y los trabajos prácticos permiten una mayor interacción de los estudiantes con la naturaleza para la apropiación y producción de conocimientos, desarrollar habilidades de razonamiento crítico y analítico, valorar la tarea del trabajo investigativo científico, favorecer la integración de la teoría con la práctica (Alarcón y Piñeros, 1989; Del Carmen, 2000; Cafferata, 2005; Valbuena, Castro y Sierra, 2006; Barberá y Valdés 1996; Amórtegui, 2011).

8.2.7. Comparación de las concepciones iniciales y finales del profesorado en formación

8.2.7.1. Hipótesis del investigador.

Existirá una diferencia significativa entre las concepciones alternativas es decir aquellas obtenidas a partir de las experiencias académicas visualizadas en el pre-test y, los niveles de conocimientos más estructurados obtenidos mediante la intervención didáctica estimados en el post-test.

- H0 = No se encuentra una diferencia significativa en las medias de las concepciones alternativas antes de la intervención y las estructuradas después de la secuencia didáctica.

- H1 = Se encuentra una diferencia significativa en las medias de las concepciones alternativas antes de la intervención y las estructuradas después de la secuencia didáctica.

Determinación del nivel de significancia ALFA. Se definió el nivel alfa (porcentaje de error de la prueba) como el $0,08 = 0,8 \%$, es decir se cuenta para el caso de esta investigación con un nivel de confiabilidad del 92%.

Resultados arrojados.

En el siguiente apartado se muestra la comparación entre las concepciones recopiladas del profesorado en el pre-test y el pos-test sobre microbiología, el primero aplicado al inicio de la intervención y el segundo, posterior a esta. A partir de lo anterior, se estimó la progresión o construcción de nuevos saberes en la estructuración de dichas concepciones. De esta manera, se parte de un tratamiento estadístico con base en el software multivariable IBM SPSS STATISTICS 22.

En la Tabla 46, se presentan los datos de las preguntas (categorías), subcategorías, valor media del pre-test, valor media del pos-test, diferencia de medias y finalmente el *p-valor* en el cual

se resatan aquellos en los que se encuentra una diferencia significativa de ≤ 0.08 . Además, se exponen algunas evidencias textuales rescatadas de las respuestas de los futuros docentes y se hace un análisis a la luz de la didáctica de las ciencias.

Tabla 46. Comparación del pre y pos test de las concepciones del profesorado en formación sobre educación y microbiología.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
1. ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?	Seres vivos microscópicos y procariotas	0,64	0,14	-0,50	0,00
	Hongos virus bacterias y morfotipos	0,00	0,27	0,27	0,08
	Unicelulares y pluricelulares	0,36	0,55	0,18	0,49
	Colonizadores	0,27	0,68	0,41	0,18
	Múltiple	0,36	0,91	0,55	0,18
2.1 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto Morfología	Propiedades de los microorganismos	0,18	0,00	-0,18	0,04
	Microscópicos y unicelulares	0,09	0,27	0,18	0,32
	Cocos, bacilos y espirilos	1,50	0,95	-0,55	0,16
	Órganos facultativos	0,82	1,77	0,95	0,03
2.2 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto Fisiología	Patógeno	0,00	0,14	0,14	0,08
	Asociaciones celulares e intracelulares	0,91	0,18	-0,73	0,01
	Procesos biológicos	0,95	1,77	0,82	0,03

	Sintetizan sus componentes intracelulares	0,14	0,55	0,41	0,08
2.3 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente	Degradación de compuestos	0,36	0,18	-0,18	0,16
	Microorganismos extremófilos	0,55	0,27	-0,27	0,26
	actúan en los ciclos biogeoquímicos	0,00	1,36	1,36	0,00
	Biorremediación y fertilización	0,68	0,27	-0,41	0,26
	Ubicuos	0,14	0,41	0,27	0,16
2.4 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto al área de la salud	Patógenos	0,27	0,14	-0,14	0,18
	Tienen beneficios en la salud	0,55	0,09	-0,45	0,02
	Producción de antibióticos y medicamentos	1,09	2,05	0,95	0,01
	Ubicuidad en el ser humano	0,00	0,14	0,14	0,32
2.5 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria	Fermentación	0,91	0,77	-0,14	0,18
	Conservación de alimentos	0,09	0,36	0,27	0,18
3. ¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?	Analizar en laboratorio	0,77	0,64	-0,14	0,26
	Análisis de características ambientales	0,18	0,00	-0,18	0,16
	Revisión de literatura	0,00	0,82	0,82	0,01
	Indagación aislamiento de Gram	0,55	0,36	-0,18	0,57
	No responde	0,82	0,09	-0,73	0,00

4. ¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?	Desarrollo de metabolismos bacterianos	0,09	0,55	0,45	0,02
	Crecimiento de microorganismos elementos orgánicos y químicos	0,41	1,91	1,50	0,00
5.1 ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?	Temperatura óptima	0,27	0,05	-0,23	0,05
	Ubicuidad y adaptación	0,64	0,27	-0,36	0,16
	Factores atmosféricos y medioambientales	0,41	0,95	0,55	0,21
	Nutrientes necesarios	0,68	1,64	0,95	0,05
5.2 ¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?	Si son iguales, mismo elemento	0,23	0,09	-0,14	0,26
	No por factores ambientales	0,64	0,00	-0,64	0,00
	No por diferentes colonizadores	0,00	0,27	0,27	0,16
	No por factores inhibidores	0,00	1,36	1,36	0,00
	No por factores nutricionales	0,41	1,09	0,68	0,09
6. ¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? Explica	No por complejidad y falta de recursos	0,14	0,00	-0,14	0,08
	Si aprendizaje	1,18	0,82	-0,36	0,21
	Si enseñar la importancia de los microorganismos	0,41	0,95	0,55	0,16

7.1 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?	Si generar motivación e investigación	0,41	0,82	0,41	0,18
	Fómites y alimentos	0,32	0,14	-0,18	0,04
	Practica de laboratorio	0,18	0,36	0,18	0,16
	Recursos audiovisuales	0,82	0,45	-0,36	0,16
	Medios artesanales	0,27	0,27	0,00	1,00
	Salida de campo y columna de Winogradsky	0,00	0,14	0,14	0,32
	Elementos artesanales didácticos y teórico prácticos	0,55	1,09	0,55	0,10
7.2 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?	Enseñanza tradicional	0,32	0,09	-0,23	0,09
	TICS y enseñanza innovadora	0,73	0,45	-0,27	0,26
	Salidas de campo	0,00	0,55	0,55	0,04
	Enseñanza didácticas	0,68	1,36	0,68	0,17
	Clase innovadora con elementos artesanales o interactivos	0,00	0,27	0,27	0,16
7.3 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?	Enseñanza microorganismo y ubicuidad	0,64	0,45	-0,18	0,29
	Enseñar beneficios en hombre y naturaleza	0,00	0,36	0,36	0,04

	Incentivarlos a la investigación	0,27	1,09	0,82	0,09
8. ¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza-aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?	Si conocer espacios más equipados	0,32	0,18	-0,14	0,32
	Si aprendizaje y generación de conocimientos	0,36	0,18	-0,18	0,42
	Si interactuar con el medio ambiente	0,82	0,55	-0,27	0,42
	Si contrastar teoría práctica	0,73	1,09	0,36	0,49

Fuente: autores

Con base en la Tabla 46., se realizó un análisis de la información obtenida con respecto a cada pregunta (categoría) y subcategoría y los valores arrojados por el software SPSS. También, se construyeron gráficas para correlacionar los datos de forma que sean más factibles en su comprensión y a su vez se confrontaron las respuestas de manera textual de los futuros docentes las cuales fueron suministradas en el test inicial (Ti) y en el test final (Tf).

¿Qué sabes acerca de los microorganismos?

Tabla 47. Comparación del pre y pos test de las concepciones del profesorado en formación frente a la pregunta 1.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
1. ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?	Seres vivos microscópicos y procariotas	0,64	0,14	-0,50	0,00
	Hongos virus bacterias y morfotipos	0,00	0,27	0,27	0,08

Unicelulares y pluricelulares	0,36	0,55	0,18	0,49
Colonizadores	0,27	0,68	0,41	0,18
Múltiple	0,36	0,91	0,55	0,18

Fuente: autores

En la Tabla 17., se observa que solo dos de las subcategorías presentan una diferencia significativa. Puesto que en el pre-test surgieron 4 subcategorías, pero luego de que se aplicó el pos-test se sumó una más siendo *Hongos, virus, bacterias y morfotipos* la cual, presenta una significancia alta al ser una de las concepciones más establecidas por el profesorado en cuanto a lo que saben de microorganismos. De igual manera, al observar la subcategoría *Seres vivos microscópicos y procariotas* se evidencia que en el pre-test fue la mayor respuesta por el estudiantado, pero ya en el pos-test disminuyó presentando una significancia superior en comparación al resto de concepciones. A continuación, se realiza una gráfica comparativa para mayor comprensión. (Ver Figura 88)

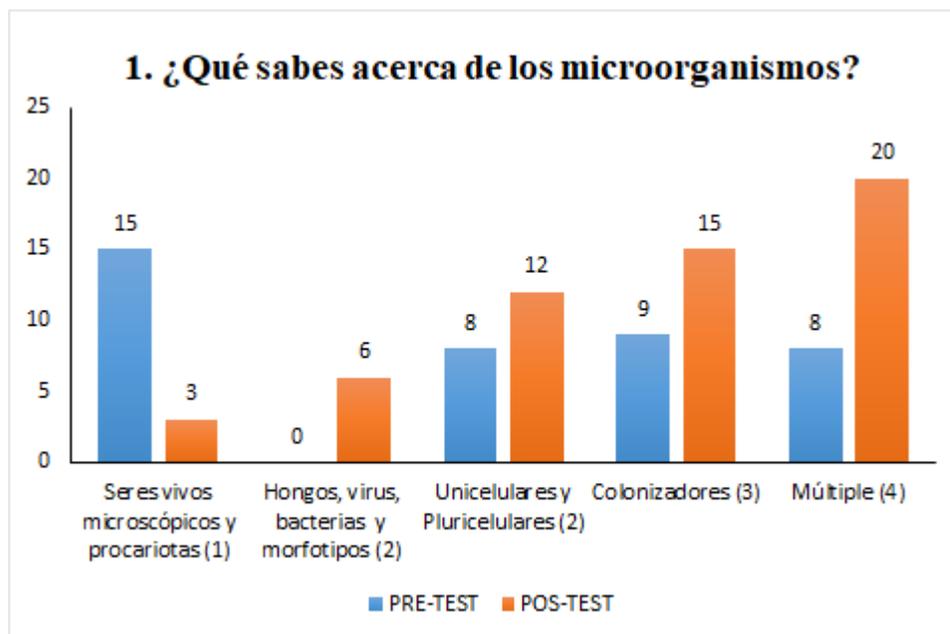


Figura 88. Comparación de las concepciones obtenidas en el pre y pos test.

Fuente: autores

En la Figura 88, se evidencia que en su mayoría las subcategorías del pre-test se mantuvieron y presentaron en el pos-test mayor exposición por parte del profesorado. Además, los futuros docentes mencionan en el cuestionario final a los microorganismos como *Hongos, virus, bacterias y morfotipos* la cual no fue resaltada antes de la intervención didáctica, esto indica una diferencia significativa correspondiente al 0.080. De igual manera, la subcategoría *de Seres vivos microscópicos y procariotas* contrario a las anteriores, descendió luego de la secuencia didáctica por lo que se observa que el estudiantado cambió su concepción general al abordar otros aspectos de los microorganismos como los tipos que existen, la capacidad de colonizar diversos ambientes, entre otras características morfológicas y fisiológicas, que conducen a una diferencia de media con significancia del 0.000, esto a su vez confirma la H1 en la cual se encontraron cambios de progresión en el nivel de conocimiento.

E1.P1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta número 1 ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?] “*Los microorganismos, es todo aquello que no es visible a nuestros ojos, pero algunos con vida, no todos son dañinos y perjudiciales para la salud, ya que algunos son requeridos en la industria, son necesario ya que algunos son degradadores*”.

E9.P1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta número 1 ¿Qué sabes acerca de los microorganismos?] “*Que hay diferentes tipos de microorganismos y cada uno tiene diferentes características, están las bacterias, hongos, virus.*

Bacterias: bacterias Gram + y Gram – Pueden tener diferentes formas.

Hongos: Contienen hifas. Su reproducción es diferente. Contienen esporas y hay muchos tipos se hongos.

Virus: Son todos malo, son de diferentes formas. En la imagen es de un virus complejo estos necesitan una célula para reproducirse”.

De acuerdo a Moreira (2000), la presencia de ideas previas, conceptos inclusivos y claros en la mente del estudiante, permite que los nuevos contenidos adquieran significado y conduzcan a una transformación de las concepciones más estables y estructuradas. De igual manera Madigan, et al., (2009), señala la microbiología como ciencia dinámica que presenta ramificaciones en todos los seres vivos y especialmente en aspectos de la vida humana como la medicina, agricultura, industria, medio ambiente, entre otros campos.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto Morfología

Tabla 48. Comparación del pre y pos test de las concepciones de los futuros docentes con respecto al interrogante o categoría 2.1

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
2.1 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto Morfología	Propiedades de los microorganismos	0,18	0,00	-0,18	0,04
	Microscópicos y unicelulares	0,09	0,27	0,18	0,32
	Cocos, bacilos y espirilos	1,50	0,95	-0,55	0,16
	Órganos facultativos	0,82	1,77	0,95	0,03

Fuente: autores

En la Tabla 48., correspondiente a la categoría sobre características morfológicas se observa que las cuatro subcategorías estuvieron presentes en los dos momentos, no obstante, solo dos de ellas presentaron cambios significativos en la diferencia de medias entre el pre y pos-test. Estas son *Propiedades de los microorganismos* la cual es mencionada como definición de la morfología y evidenciando una descontextualización de esta ciencia y *Órganos facultativos*, correspondiente a unas de las características fundamentales que presentan los organismos microscópicos.

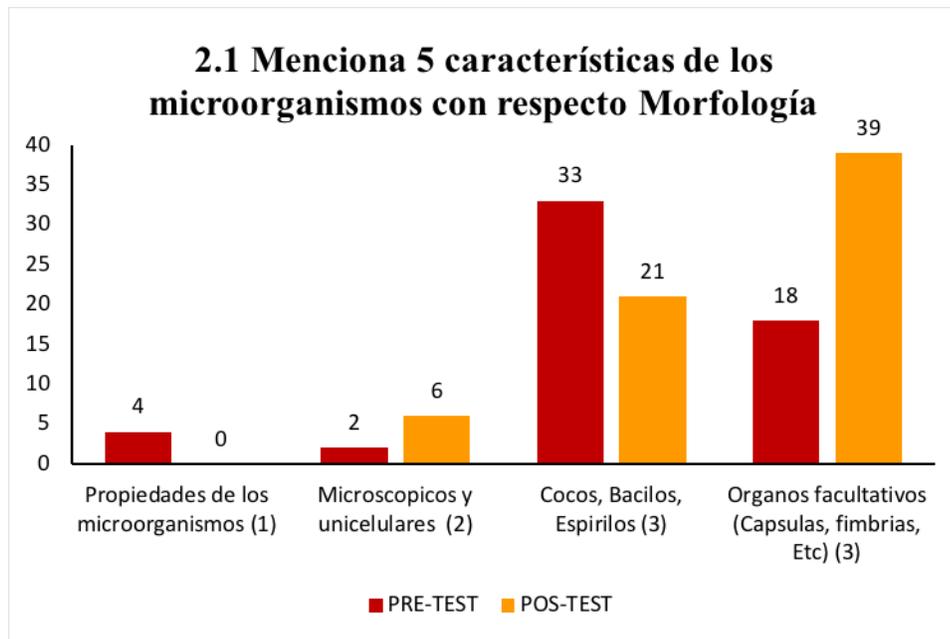


Figura 89. Correlación de la información suministrada por los futuros docentes sobre la morfología de los microorganismos, en los cuestionarios aplicados.

Fuente: autores

En la Figura 89, se observa que las subcategorías presentaron variedad en las medias inicial y final. De este modo, dos aspectos expuestos por el profesorado que tenían mayor frecuencia antes de la intervención, fueron descendiendo en el pos-test como *Propiedades de los microorganismos*, indicando que el estudiantado interpretó mejor la pregunta esta vez y respondió de manera oportuna al interrogante de características morfológicas, encontrándose así una diferencia significativa de 0,040. También, descendió la subcategoría de *Cocos, bacilos, espirilos* aspecto relacionado a las prácticas de laboratorio que contempla el seminario y en las que se observa diversidad de formas y aglomeraciones entre los microorganismos.

Por otra parte, las subcategorías de mayor frecuencia en los futuros docentes después de realizada la intervención didáctica, son *Microscópicos y unicelulares* lo que representa que la valoración de este aspecto no es progresiva, ya que se mantiene la concepción alternativa y general de clasificación y la cual fue aprendida desde la academia en sus primeros años. Además, se destaca

la reiteración e incremento de la subcategoría *Órganos facultativos*, en donde son mencionadas características específicas como cápsulas, fimbrias, entre otras, que evidencian la estructuración de nuevas concepciones posterior a la secuencia de clase aplicada. Así se observa que los docentes en formación reconocen que existe variedad en los microorganismos y que estos a su vez presentan estructuras internas y externas que facilitan los diversos mecanismos biológicos, metabolismos, locomoción entre otros aspectos que permiten su colonización y desarrollo.

E21.P2.1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.1. “Características de los microorganismos con respecto a la morfología”] “*Unicelulares. Cápsulas como mecanismo de defensa. Los hongos poseen hifas. Algunos poseen flagelo-bacterias*”.

E7.P2.1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.1. “Características de los microorganismos con respecto a la morfología”] “*Algunos son flagelados. Tienen membrana citoplasmática. Algunos tienen pared celular. Tienen ADN y ARN*”.

En este sentido según Madigan et al., (2004), las estructuras de los microorganismos precisan la realización de procesos vitales de crecimiento, generación de energía y reproducción. De este modo se da validez a la H1.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto Fisiología

Tabla 49. Comparación de la información obtenida sobre características fisiológicas en el pre y pos test de las concepciones de los futuros docentes.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
2.2 Menciona características de microorganismos con respecto Fisiología	5 los con Patógeno	0,00	0,14	0,14	0,08
	Asociaciones celulares e intracelulares	0,91	0,18	-0,73	0,01

Procesos biológicos	0,95	1,77	0,82	0,03
Sintetizan sus componentes intracelulares	0,14	0,55	0,41	0,08

Fuente: autores

En la Tabla 49, se registran cuatro subcategorías como respuesta del profesorado en formación al interrogante de características fisiológicas, en su mayoría la diferencia de medias obtenidas muestra un incremento en el pos-test. Es decir, luego que se evidencia que, al haber aplicado la intervención de clase, se han favorecido una progresión en las concepciones. Por el contrario, solo la correspondiente a *Asociaciones celulares e intracelulares* indica una disminución con respecto al pre-test.

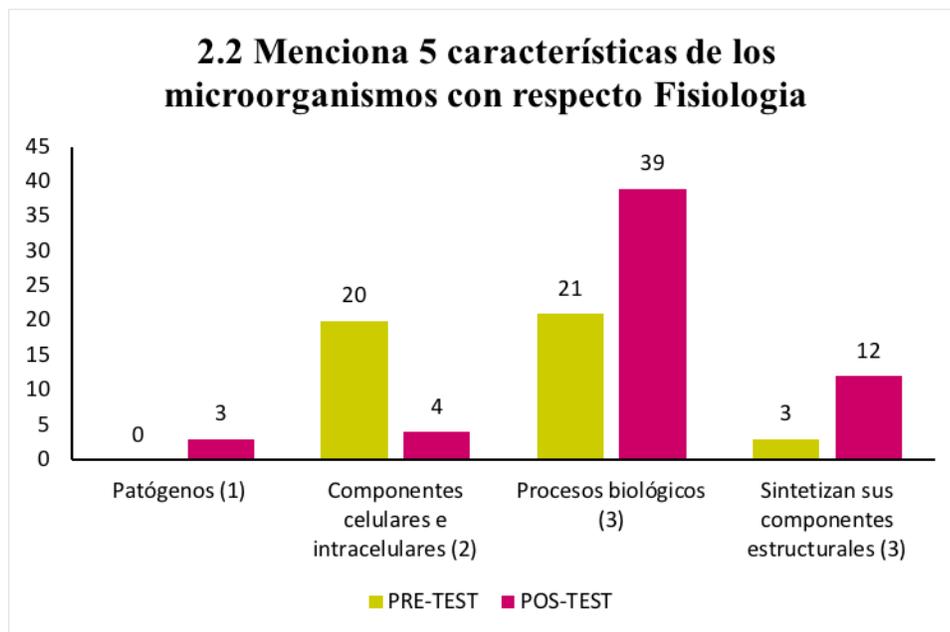


Figura 90. Comparación de las subcategorías obtenidas en el pre y pos-test con respecto a la fisiología de los microorganismos.

Fuente: autores

En la Figura 90, se observa la constancia de las subcategorías del pre-test en el pos-test. En general todas presentan una diferencia significativa. En cuanto a la subcategoría de *Componentes celulares e intracelulares* tiene una media mayor en el pre-test que en pos-test por lo que su significancia es considerable siendo de 0.010, ya que inicialmente los docentes en formación describen estructuras fundamentales en los procesos metabólicos de los microorganismos, pero al aplicar el cuestionario final se observa que el estudiantado da mayor relevancia a los procesos biológicos.

E15.P2.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.2 “Características de los microorganismos con respecto a la Fisiología”] “*Producen enfermedades. Necesitan de nutrientes para sobrevivir. Mueren en condiciones inhóspitas, pero tienen algunos un sistema para no morir como la endospora. Tienen reproducción sexual y asexual. Todos los microorganismos en si no son los mismos y no todos son malos*”.

E7.P2.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.2 “Características de los microorganismos con respecto a la Fisiología”] *Algunos fijan nitrógeno. Degradan materia orgánica. Algunos ayudan a la fermentación. Algunos ayudan a la producción de antibióticos Sintetizan sus componentes estructurales*”

Con respecto a las subcategorías que aumentaron sus medias, se encuentran *Patógenos*, *Procesos biológicos* y *Sintetizan sus componentes estructurales*. Las cuales son mencionadas en el pre-test, pero su frecuencia luego de realizada la intervención didáctica se intensifica indicando que muchos de los microorganismos son vistos como causantes de enfermedades graves y letales. También, que participan en procesos biológicos como los ciclos biogeoquímicos esenciales para la vida en la tierra y, además, son los responsables de sintetizar sus componentes estructurales como se puede argumentar luego de construida la columna de Winogradsky como ecosistema microbiano. A partir de esto, Collard y Foley (2002), plantean que el estudio de la fisiología y

bioquímica microbiana evidencia la síntesis de energía aerobia, anaerobia, autótrofa, heterótrofa como resultado de enzimas y coenzimas en una unidad fundamental. Además, según Madigan et al., (2009), en su mayoría los microorganismos son causantes de enfermedades en animales, plantas y humanos, no obstante, también desempeñan una función en la fertilidad del suelo, y en procesos industriales como la producción de antibióticos y proteínas humanas, etc.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente

Tabla 50. Comparación de las concepciones de los futuros docentes en el pre y pos-test sobre los microorganismos con respecto a la ecología y medio ambiente.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
2.3 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente	Degradación de compuestos	0,36	0,18	-0,18	0,16
	Microorganismos extremófilos	0,55	0,27	-0,27	0,26
	Actúan en los ciclos biogeoquímicos	0,00	1,36	1,36	0,00
	Biorremediación y fertilización	0,68	0,27	-0,41	0,26
	Ubicuos	0,14	0,41	0,27	0,16

Fuente: autores

En la Tabla 50., se muestra la información obtenida en las concepciones del profesorado sobre el papel de los organismos microscópicos en el ambiente. En esta categoría se generan cinco subcategorías de las cuales solo una presenta diferencia significativa de sus medias; tres varían disminuyendo la frecuencia al aplicar el pos-test y una aumenta su frecuencia luego de la intervención.

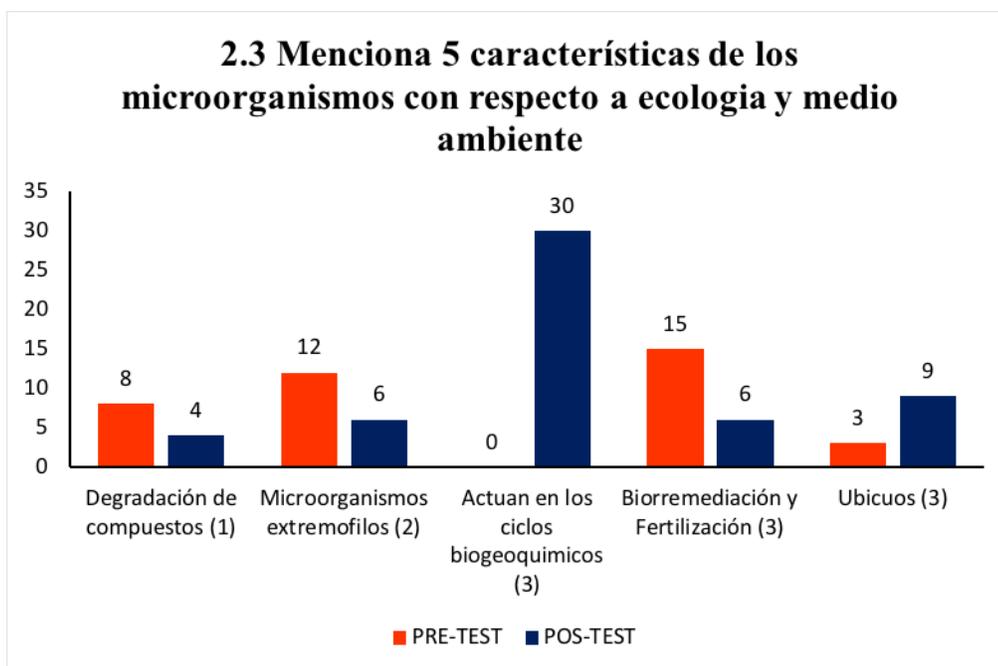


Figura 91. Comparación de las subcategorías sobre los microorganismos con respecto al medio ambiente obtenidas en el pre y pos-test.

Fuente: autores

La Figura 91, evidencia las variaciones de las subcategorías obtenidas en el cuestionario inicial y final. De este modo, aspectos como *Degradación de compuestos*, *Microorganismos extremófilos* y *Biorremediación y fertilización* presentan una diferencia significativa entre 0.160 y 0.260, fueron más establecidas por el profesorado en el pre-test y decrecieron en el pos-test. Estas características corresponden a los procesos metabólicos que realizan los organismos microscópicos para la obtención de alimento, energía y capacidad de sobrevivir en diversos ambientes bajo distintos parámetros físico-químicos. También, pertenece a la función de los microorganismos en estabilizar o recuperar ecosistemas que fueron alterados de manera natural o provocados por el hombre.

Siguiendo esta línea, dos subcategorías fueron especialmente mencionadas como son *Ubicuos* y *Actúan en los ciclos biogeoquímicos*. La primera indica la facultad de estos seres en

colonizar distintos lugares y atribuirles las características precisas para su crecimiento y desarrollo. La segunda con una diferencia significativa del 0,000 está asociada a la temática explicada durante la intervención didáctica, en la que se describen los ciclos de los elementos más importantes de la vida como el C, H, O y N; lo que representa una progresión en la concepción estructurada y afirmación de la H1.

E21.P2.3.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.3 “Características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente”]. *“Son degradadoras de nutrientes. Muchos se reproducen en el agua o necesitan de ese factor. Se encuentran en cualquier lugar. Requieren temperaturas específicas”*.

E8.P2.3.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.3 “Características de los microorganismos con respecto a ecología y medio ambiente”]. *“Son degradadores. Se encuentran en diferentes hábitats. Algunos ayudan en la fijación de Nitrógeno. Descomposición de materia orgánica”*.

Con relación al cambio conceptual de los futuros profesores y profesoras, Arbeláez y Soto (2008), sostienen que son los docentes quienes, a través de las metodologías de enseñanza, como los procesos de contextualización inciden en la asimilación de las concepciones científicas y en el aprendizaje de diversos campos de la microbiología no solo a nivel morfológico y fisiológico, sino también a nivel ecológico y ambiental. De igual manera, Madigan, et al., (2009), establecen que todos los seres vivos están unidos a las actividades microbianas en cuanto al reciclado de nutrientes y la degradación de la materia orgánica. Además, resaltan que ningún otro organismo como los microorganismos interviene de manera fundamental en el mantenimiento y biorremediación de la Tierra, haciendo referencia a lo mencionado por Pasteur *En la naturaleza, el papel de lo infinitamente pequeño es infinitamente grande*.

También se resalta la participación de los microorganismos en los ciclos biogeoquímicos, puesto que la transformación de elementos químicos importantes para la vida genera un equilibrio y preservación de los ecosistemas además de la generación de nuevas células. Un ejemplo de ello son las bacterias quimioautotróficas descubiertas por Winogradsky, las cuales pueden desarrollarse en medio inorgánicos obteniendo energía mediante procesos metabólicos oxidativos, como se presenta en los sistemas de agricultura, (Madigan et al., 2009)

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto al área de la salud

Tabla 51. Confrontación de las subcategorías derivadas de la aplicación del pre-test y pos-test al profesorado en formación, con respecto a las características de los microorganismos en la salud.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
2.4 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto al área de la salud	Patógenos	0,27	0,14	-0,14	0,18
	Tienen beneficios en la salud	0,55	0,09	-0,45	0,02
	Producción de antibióticos y medicamentos	1,09	2,05	0,95	0,01
	Ubicuidad en el ser humano	0,00	0,14	0,14	0,32

Fuente: autores

Para esta categoría en la Tabla 51., se evidencia que tres de las subcategorías permanecieron luego de la intervención didáctica, a diferencia de *Ubicuidad en el ser humano*. La cual en un inicio no fue nombrada, pero en el pos test tomo relevancia, no obstante, se originaron dos subcategorías con diferencias significativas potenciales ya que estuvieron por debajo de 0,050, aun cuando aumentaron y disminuyeron en el pos-test.

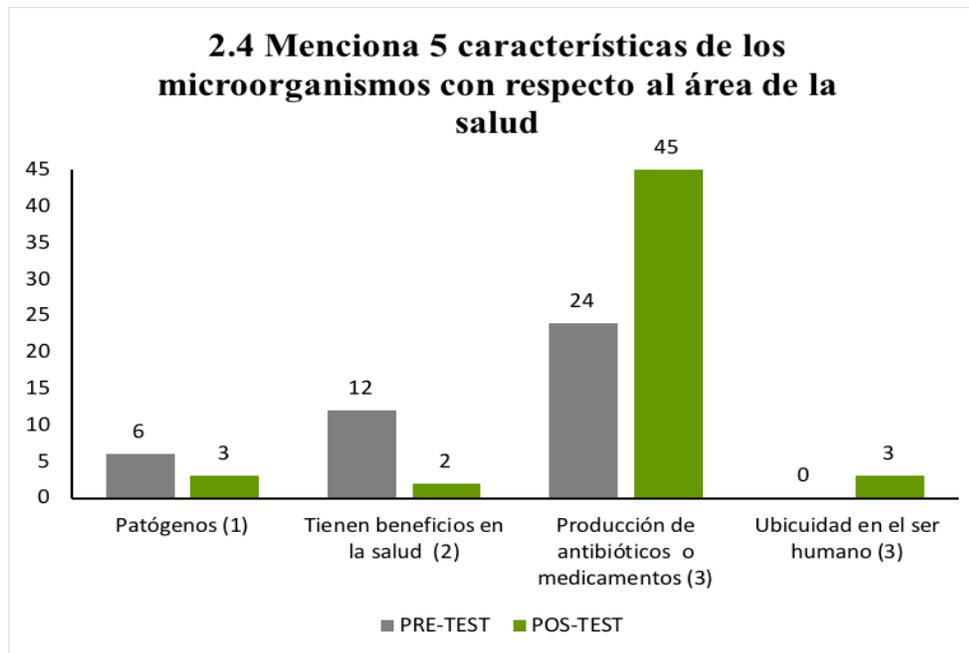


Figura 92. Correlación de las subcategorías sobre los microorganismos con respecto al área de la salud, obtenidas en el pre y pos-test

Fuente: autores

Como se observa en la Figura 92, las subcategorías presentaron transiciones importantes, indicando que la secuencia didáctica y las estrategias de enseñanza propuestas, favorecieron una movilización progresiva e ideal de las concepciones en el profesorado en formación. De este modo, las respuestas *Patógenos* y *Tienen beneficios en la salud* que tuvieron un p-valor de 0.020, descendieron al aplicar el pos-test. Esto señala que, para el profesorado, los microorganismos no son factores de riesgo para el bienestar de los seres vivos aun cuando algunos de las especies pueden generar enfermedades que lleven a criterios médicos alarmantes. Los futuros maestros y maestras, asimilan que estos organismos cumplen funciones importantes en la salud que conducen al estudio de nuevos aspectos presentados en la medicina.

Por otra parte, se genera la subcategoría *Ubicuidad en el ser humano*, la cual al aplicar el pre-test no se registraba en las concepciones del estudiantado, posiblemente porque en su experiencia

solo consideran a los virus como huéspedes en el cuerpo y a su vez estos no son relacionados como microorganismos. Posteriormente al finalizar la intervención, las respuestas de los jóvenes se inclinan por aglomerar los diversos contenidos de la microbiología para estructurar sus concepciones. También se tiene la subcategoría *Producción de antibióticos o medicamentos* la cual tuvo una diferencia de medias de 0.010 en los futuros docentes, destacando así el papel biotecnológico de los microorganismos en el campo de la medicina como agentes esenciales en la fabricación de anticuerpos para el control de enfermedades.

E13.P2.4.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.4 “Características de los microorganismos con respecto al área de la salud”] “*Penicilina (de ellos pueden salir grandes curas, antibióticos). Vacunas. Actividades farmacológicas. Tratar enfermedades. Aislamiento de compuestos*”.

E16.P2.4.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.4 “Características de los microorganismos con respecto al área de la salud”] “*Son patógenos. Pueden utilizarse para formar antibióticos. Algunos producen enfermedades no mortales, otros sí. Se utilizan para dar explicaciones a enfermedades y encontrar curas*”.

De este modo, Arbeláez y Soto (2008), determinan que las experiencias educativas en Colombia muestran desarticulación entre los microorganismos especialmente las bacterias y los procesos biotecnológicos en lo que actúan, reduciendo el concepto de los estudiantes al concebir estos organismos como patógenos. Por lo anterior, plantean la teoría del Aprendizaje Significativo, mediante la contextualización de aspectos biotecnológicos para el desarrollo cognitivo. Por otra parte, Montaña et al., (2010), plantean que los microorganismos participan de procesos biotecnológicos como la farmacéutica y medicina, industria en la que producen antibióticos importantes como la penicilina sintetizada por hongos *Penicillium notatum* y la cefalosporina elaborada con hongos *Cephalosporium*. Ante los cambios conceptuales evidenciados en el

profesorado, podemos considerar como válida la hipótesis H1 en esta categoría del cuestionario central.

Menciona 5 características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria

Tabla 52. *Contraste de las subcategorías sobre características de los microorganismos en la industria alimentaria obtenidas del pre-test y pos-test al profesorado en formación.*

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
2.5 Menciona 5 características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria	Fermentación	0,91	0,77	-0,14	0,18
	Conservación de alimentos	0,09	0,36	0,27	0,18

Con respecto a la Tabla 52., correspondiente a la categoría de características de los microorganismos en la industria alimentaria, se observa que las subcategorías *Fermentación* y *Conservación de alimentos* permanecen, aunque no en la misma frecuencia. Además, las diferencias significativas entre el pre-test y el pos-test son similares en un valor de 0,180 lo que indica que luego de aplicar la intervención didáctica en el seminario de microbiología los docentes en formación no modificaron sus concepciones en relación a esta temática.

Esto permite evidenciar que diferentes dificultades en la enseñanza y el aprendizaje del mundo microbiano, incide notablemente cuando se habla de la funcionalidad de estos organismos en sectores como la industria alimentaria. Una de las dificultades que persisten entonces en el profesorado, hace referencia a esa condición microscópica, con la cual el estudiante puede llegarse a considerar ajeno a las funciones en un ecosistema de distintos microorganismos. En la Figura 93, se muestran las subcategorías y sus respectivas frecuencias en los dos momentos.

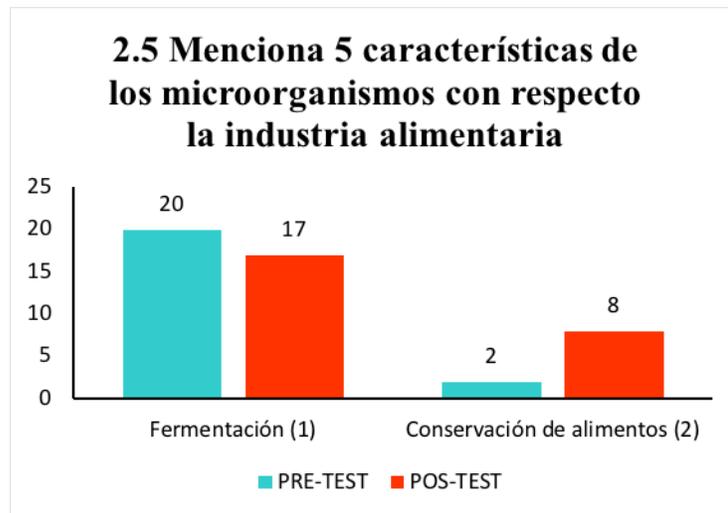


Figura 93. Correlación de los resultados obtenidos en el pre y pos test sobre características de los microorganismos con respecto a la industria alimentaria.

Fuente: autores

Como se muestra en la Figura 93, sobre las concepciones de los microorganismos en la industria biotecnológica alimentaria, se obtienen en el pre-test dos subcategorías, en primera medida *Fermentación* la cual presenta una diferencia significativa de 0,180, disminuyendo en el pos-test, pero la cual tuvo gran importancia al inicio de la secuencia de clase, producto de las experiencias del estudiantado en donde la relación con productos lácteos y alcohólicos como cervezas y vinos en su entorno construyen esta concepción. Al igual que ha sido fundamentada a partir de la enseñanza de los dominios de la naturaleza con respecto a la microbiología en donde los docentes mediante ejemplos proponen contextos próximos a la realidad. En segunda medida la subcategoría *Conservación de alimentos*, alcanzó un p-valor de 0,180, similar a la anterior. No obstante, en este caso se presentó mayor frecuencia después de la intervención didáctica, indicando transformaciones en las concepciones del estudiantado puesto que asimilaron la idea de que no siempre los microorganismos dañan los productos alimenticios, y que existen algunos que inhiben

la oxidación de grasas, variación de pH y contrarrestan el crecimiento de hongos y demás organismos que pueden ser patógenos.

Frente a los valores de significancia se deduce que no hubo progresión en las concepciones por lo que se confirma para este caso la H0.

E15.P2.5.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 2.5 “Características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria”] “*Formar alcoholes. Formar antibióticos. Formar cultivos. Formar alimentos. Fermentar productos*”.

E17.P2.5.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 2.5 “Características de los microorganismos con respecto la industria alimentaria”] “*Pueden ayudar con la fermentación de alcoholes o producción de bebidas de este tipo. Algunos en la industria de la panadería, funcionan como partículas que hacen crecer el pan (levaduras).*”.

Con relación a lo anterior, en el aprendizaje de modelos teóricos correspondientes a la microbiología, se hallan vacíos en la exploración investigativa frente a los saberes alternativos que presenta el estudiantado sobre los organismos microscópicos en la transformación y conservación de los alimentos y su presencia en diversos ambientes. Además, de reaccionarlos con deficiencias en el bienestar de otros seres vivos, desconociendo su aplicabilidad de campos biotecnológicos como la industria alimentaria, la medicina, la farmacología, entre otros ámbitos, como lo plantean Arbeláez y Soto (2008).

Por otro lado, Shimizu (2015), menciona la investigación realizada por científicos del centro de investigación de alimentos (Food Research Center, FoRC), y centros de Investigación, Innovación y Difusión (CEPID) de la FASESP, en la cual buscan aumentar el valor nutricional y seguridad de los productos alimenticios mediante el uso de compuestos hechos por microorganismos presentes en esos alimentos.

¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?

Tabla 53. Confrontación de las subcategorías obtenidas en el pre-test y el pos-test con respecto a la situación problema propuesta a los docentes en formación sobre los procedimientos a llevar a cabo para la evaluación de microorganismos.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
3. ¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?	Analizar en laboratorio	0,77	0,64	-0,14	0,26
	Análisis de características ambientales	0,18	0,00	-0,18	0,16
	Revisión de literatura	0,00	0,82	0,82	0,01
	Indagación aislar tinción de Gram	0,55	0,36	-0,18	0,57

Fuente: autores

En la Tabla 53., se observa la categoría correspondiente a la situación problema *Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí. ¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?*, a partir de este planteamiento y las respuestas de los docentes en formación, se generaron 3 subcategorías al inicio de la intervención didáctica. Ya en el momento posterior a esta, perdió frecuencia una de las opciones iniciales y se recopila en las concepciones, una subcategoría de mayor frecuencia, que obtiene un p-valor ideal, demostrando un progreso en el desarrollo cognitivo.

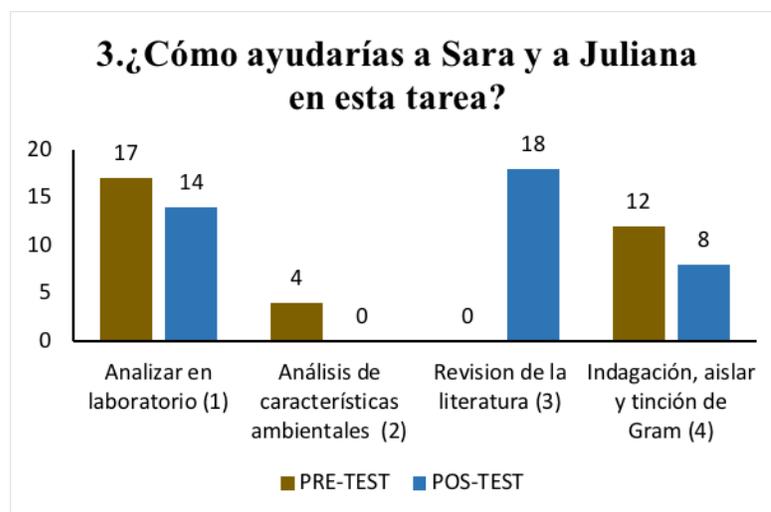


Figura 94. Correlación de la información obtenida de los futuros maestros en la aplicación del pre-test y el pos-test con respecto a la situación problema de Sara y Juliana en su proceso por evaluar los microorganismos desarrollados en el envase de cerveza.

Fuente: autores

Como se presenta en la Figura 94., los futuros docentes en el pre-test proponen tres subcategorías *Analizar en laboratorio*, *Análisis de características ambientales* e *Indagación, aislar y tinción de Gram* las cuales presentan diferencias significativas de 0.160 y 0.570. A su vez, estas tienden a disminuir la frecuencia de respuesta por parte del estudiantado posterior a la intervención realizada en el seminario de microbiología.

Estas concepciones previas, demuestran que para los profesores y profesoras en formación es ajena la aplicación del método científico en el cual los procedimientos de laboratorio se llevan a cabo luego de realizar un análisis del entorno y revisar los componentes teóricos. De igual manera, se resalta la falta de prácticas de laboratorio en las instituciones educativas durante la formación básica y media, o la aplicabilidad de protocolos de investigación en algunos seminarios previos al curso de microbiología, aspectos fundamentales para facilitar la enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos, específicamente en el campo de la biología.

Por otra parte, en el pos-test se evidencia que el profesorado descarta el *análisis de factores ambientales* y disminuye las otras dos subcategorías con el objetivo de agregar el primer paso en una investigación siendo esta la *Revisión de la literatura*. Esta subcategoría presenta una diferencia significativa en la estructuración de nuevas concepciones de 0,010. Así mismo, conduce a argumentar que los conocimientos previos de los estudiantes no contemplaban la lectura de diversos parámetros o procedimientos para una investigación y que posiblemente procedían a un ensayo y error sin bases para una explicación al resultado. No obstante, después de desarrollar diversas estrategias en la enseñanza y aprendizaje de la microbiología, los docentes en formación añaden como respuesta a la situación problema que, para ayudar a las chicas, inicialmente deben construir conceptos claros y sólidos que conduzcan mediante una metodología estandarizada resultados precisos.

De este modo se establece que la H1 tiene relevancia en esta categoría.

E15.P3.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 3 “¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?”] “*Buscar orientación teórica de los que ha ocurrido. Generar hipótesis y llevar al laboratorio si se puede para comparar con lo teórico*”.

E9.P3.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 3 “¿Cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?”] “*Haciendo un aislamiento de la muestra, llevando el muestreo al laboratorio determinando que factores la afectaron; por teoría la cerveza es cebada y fermentación alcohólica, las manchas serían clara muestra de un hongo, ya sería determinar el tipo*”.

A partir de lo anterior, Gagliardi (1986), propone que un concepto estructural permite en el estudiantado transformar su sistema cognitivo y así organizar saberes y transformar las concepciones alternativas. De esta manera, no solo hay que saber cuáles son los temas a desarrollar, sino también que actividades o estrategias didácticas favorecerán el aprendizaje.

Por otra parte, Porlán et al., (2001), plantean que para la construcción de un conocimiento práctico se debe dar una interacción entre las concepciones internas y externas. Además, para Del Carmen (2000) y Barberá y Valdez (1986), estas concepciones se deben desarrollar mediante procedimientos científicos característicos como la observación, elaboración de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas y construcción de conclusiones. A su vez, Caamaño (2003) considera que, en la enseñanza de este campo biológico, es necesario incrementar otras características como la familiarización, observación e interpretación de fenómenos o situaciones objeto de estudio, el aprendizaje de instrumentos y técnicas de laboratorio y finalmente estrategias de investigación para la solución de problemas teóricos y prácticos.

De este modo, la investigación científica, se hace necesaria introducirla en el estudio de la naturaleza de la ciencia y de todos aquellos elementos que permiten el desarrollo de sus objetivos. (Asensi y Parra, 2002). Por lo que, como docentes investigadores en el área de ciencias naturales, debemos seguir pasos y/o procedimientos para la identificación y definición del problema; recolección y tratamiento de los datos para la interpretación y divulgación de los resultados obtenidos, por tanto, el método científico es indispensable en la actividad científica, desde la formación del problema hasta la divulgación de resultados.

¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?

Tabla 54. Confrontación de las subcategorías suministradas por los docentes en formación durante el pre-test y el pos-test con respecto a las concepciones sobre la columna de Winogradsky.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
	No responde	0,82	0,09	-0,73	0,00

4. ¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?	Desarrollo de metabolismos bacterianos	0,09	0,55	0,45	0,02
	Crecimiento de microorganismos elementos orgánicos y químicos	0,41	1,91	1,50	0,00

Fuente: autores

Como se evidencia en la Tabla 54., correspondiente a la categoría ¿Qué sabes acerca de la columna de Winogradsky?, Se observa que las diferencias de medias obtenidas a partir de las respuestas de los futuros docentes son altamente significativas, ya que se presenta en el pre-test un desconocimiento del microbiólogo Winogradsky y su trabajo, pero luego de aplicar la intervención didáctica es notable la estructuración de las concepciones acerca de esta temática. A partir de lo anterior se derivan tres subcategorías *No responde*, *Desarrollo de metabolismos bacterianos* y *Crecimiento de microorganismos, elementos orgánicos y químicos* con niveles de p-valor entre 0.000 y 0.020.

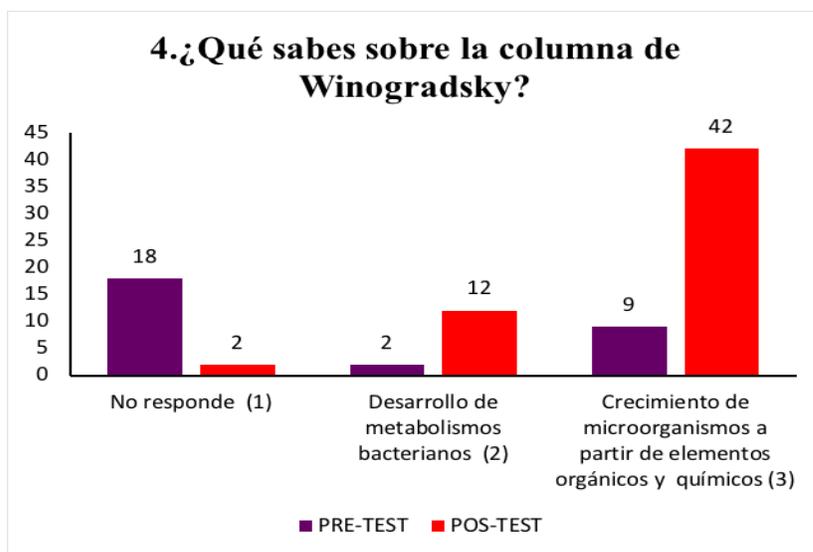


Figura 95. Correlación de las concepciones alternativas y estructuradas de los futuros maestros en la aplicación del pre-test y el pos-test con respecto a la columna de Winogradsky

Fuente: autores

Con relación a la Figura 95, sobre la columna de Winogradsky se muestra que al inicio de la secuencia didáctica los futuros docentes presentaban vacíos frente a esta temática, obteniendo en su mayoría la subcategoría *No responde*; esto a partir de que en las instituciones educativas se enseña microbiología de manera muy superficial enfocándose en microorganismos generales y sus características más relevantes. Además, en estos espacios formativos, generalmente no se hace referencia a cómo estos organismos pueden crecer en el ambiente bajo parámetros fisicoquímicos y ambientales estandarizados. De igual modo, al revisar el microdiseño curricular del seminario de microbiología no se establece dentro de este, la contextualización de las transformaciones biogeoquímicas a partir de bacterias específicas mediante el aislamiento de estas, por lo que tampoco se lleva a cabo una práctica de laboratorio que facilite la comprensión de este tema. No obstante, en la aplicación del pos-test esta subcategoría disminuyó considerablemente obteniendo una diferencia significativa de 0.000.

A partir de lo anterior, las dos subcategorías restantes tuvieron mayor reiteración por parte de los futuros docentes siendo estas *Desarrollo de metabolismos bacterianos* y *Crecimiento de microorganismos a partir de elementos orgánicos y químicos* con un valor de 0.000 y 0.020, donde se observa que las concepciones alternativas fueron transformadas a conocimientos más estructurados que contemplan una visión de la temática y del microbiólogo Winogradsky y su trabajo de manera precisa. Este nuevo pensamiento, permite concebir en el profesorado que, a partir de estrategias didácticas como la salida de campo y la construcción de una columna como técnica de cultivo de enriquecimiento para el aislamiento de microorganismos y el estudio de los ciclos biogeoquímicos, se favorezcan mejores aprendizajes en las aulas de clase, y se incida en el desarrollo de competencias científicas desde la educación básica secundaria y media. Ya que, en estos niveles educativos, se establece desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN), la necesidad de acercar al estudiantado al conocimiento científico, logrando apropiación del mismo

y la transvesalización hacia el contexto en la generación de nuevos saberes. De este modo la enseñanza a partir de los trabajos prácticos permite una interrelación de los conocimientos cotidianos y los científicos.

Con lo anterior, se afirma la H1 en las que se establece la generación de conceptos más estructurados a partir de la experiencia académica aplicada.

E2.P4.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 4 “¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?”] *“Esta columna permite el crecimiento de una diversidad de microorganismos dependiente del medio en el que se exponga y de los nutrientes orgánicos o inorgánicos. También pueden desarrollarse microorganismos a expensas de la luz (Fotótrofos)”*.

E10.P4.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 4 “¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?”] *“Esta es una técnica que puede evaluar el crecimiento y desarrollo de microorganismos en lodo, expuesto a unas determinadas condiciones como la presencia o no de oxígeno, la luz solar, poca agua, la temperatura”*.

En particular según Briceño y Benarroch (2012), las concepciones y creencias de los docentes permiten realizar investigaciones didácticas que promuevan el estudio de las progresiones en la formación docente. De este modo, Castro y Valbuena (2007), señalan que no basta con saber Biología para enseñarla, ya que este conocimiento le confiere al futuro docente la competencia de transformar e integrar diversos saberes de origen científico, cotidiano, contextuales, entre otros.

Por otra parte, en cuanto a Winogradsky, este se interesó por los microorganismos del suelo, los cuales participan en los ciclos biogeoquímicos del azufre y el nitrógeno. A su vez, propuso la quimiolitótrofia mediante el estudio de bacterias oxidantes con la técnica de la columna como ecosistema microbiano, (Madigan et al., 2009).

¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?

Tabla 55. *Contraste de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test aplicado a los futuros docentes con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de los microorganismos en diversos ambientes.*

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
5.1 ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?	Temperatura óptima	0,27	0,05	-0,23	0,05
	Ubicuidad y adaptación	0,64	0,27	-0,36	0,16
	Factores atmosféricos y medioambientales	0,41	0,95	0,55	0,21
	Nutrientes necesarios	0,68	1,64	0,95	0,05

Fuente: autores

En la Tabla 55, se muestran las subcategorías que identificamos en las respuestas del profesorado en relación a la situación problema *Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.* Así pues, frente a esta categoría, planteamos cuatro subcategorías, dos de las cuales son concepciones poco estructuradas que tuvieron gran relevancia en el pre-test. No obstante, posterior a la intervención las otras dos subcategorías que presentan conceptos más sólidos y precisos aumentaron su frecuencia evidenciando una diferencia significativa.

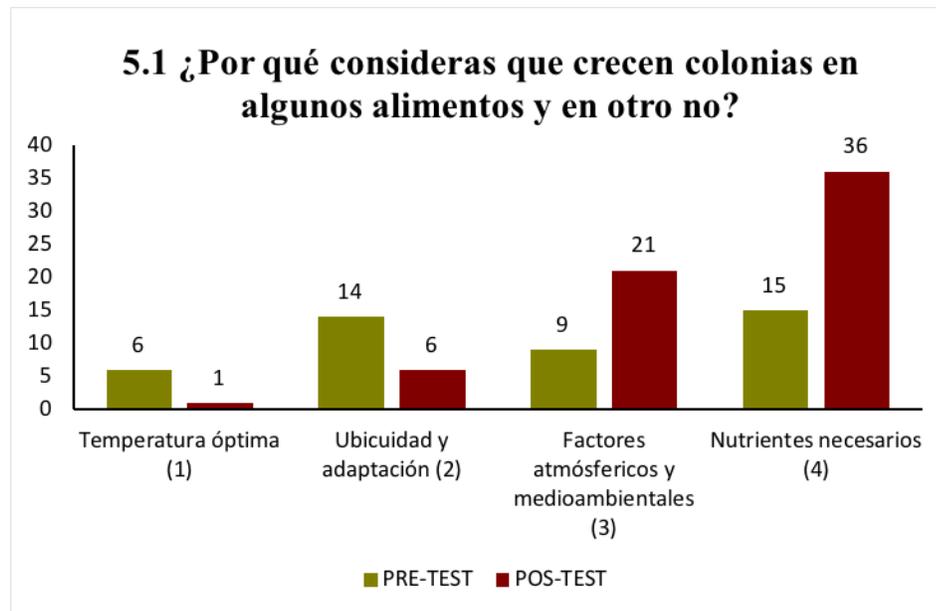


Figura 96. Confrontación de las subcategorías obtenidas en los test antes y después de la intervención didáctica con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de microorganismos en diversos ambientes.

Fuente: autores

Como se muestra en la Figura 96, con relación a la pregunta ¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos medios y en otros no?, se obtuvieron antes y después de la intervención didáctica cuatro subcategorías. Entre estas se tienen inicialmente *Temperatura óptima* la cual presentó una diferencia significativa considerable en el pos-test con un valor de 0.050, y *Ubicuidad y adaptación* las cuales fueron principalmente mencionadas por los futuros docentes, como producto de las experiencias adquiridas en su proceso formativo. Con estas, señalaban la capacidad de algunos microorganismos de colonizar ciertos ambientes con variación de temperatura como son ejemplificados los organismos microscópicos en zonas extremas. Sin embargo, se dieron transformaciones en el desarrollo cognitivo luego de aplicar la intervención didáctica, ya que, las subcategorías *Factores atmosféricos y medio ambientales* y *Nutrientes necesarios* esta última con un valor de 0.050, se tornaron más citadas por el estudiantado. Este cambio lo podemos aludir a

las estrategias de enseñanza y aprendizaje aplicadas, especialmente la construcción de la columna de Winogradsky en la explicación de temáticas como los ciclos biogeoquímicos y metabolismo bacteriano. De este modo, los futuros docentes relacionaron el ecosistema creado en la columna bajo nutrientes precisos y factores fisicoquímicos y ambientales similares a la zona natural con los requerimientos de los microorganismos para su crecimiento y colonización. Por lo tanto, se confirma la H1 en cuanto al cambio de concepciones posterior a la intervención en el seminario.

E4.P5.1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 5.1 “¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?”] *“Porque no todos los alimentos pueden tener los nutrientes que necesita ese tipo de microorganismos y sin eso no pueden crecer y pueden morir, aunque en los alimentos donde no crecieron ese tipo de microorganismos pueden crecer otros microorganismos”*.

E15.P5.1.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 5.1 “¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?”] *“Porque en los que creció el microorganismo, poseían los nutrientes necesarios para que este se multiplicara y los otros podían tener otra clase de nutrientes, también puede influir la temperatura y diferentes agentes”*.

A partir de lo anterior, Reed y Col., (2013) citados por Oliart et al., (2016), plantean que el descubrimiento de los microorganismos con capacidad de adaptación a ambientes extremos de temperatura, pH, presión, salinidad, radiación, entre otros factores, ha generado instrumentos para el estudio de procesos biotecnológicos.

De igual manera, Montoya (2008) sostiene que el crecimiento microbiano se fundamenta en el cumplimiento de factores como condiciones ambientales favorables (temperatura, humedad, presión osmótica, pH, entre otros) y medios de cultivo que presenten los requerimientos nutricionales necesarios para su crecimiento y desarrollo.

¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?

Tabla 56. *Confrontación de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de los microorganismos en diversos ambientes y su similitud en un mismo medio de cultivo.*

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
5.2 ¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?	Si son iguales, mismo elemento	0,23	0,09	-0,14	0,26
	No, por factores ambientales	0,64	0,00	-0,64	0,00
	No, por diferentes colonizadores	0,00	0,27	0,27	0,16
	No por factores inhibidores	0,00	1,36	1,36	0,00
	No por factores nutricionales	0,41	1,09	0,68	0,09

Fuente: autores

En la Tabla 56, se muestran los resultados comparativos para la situación problema *Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.* En relación a esto, se deriva la categoría *¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?*, A partir de esta pregunta se derivan cinco subcategorías *Si son iguales, mismo elemento, No, por factores ambientales, No, por diferentes colonizadores, No por factores inhibidores y No, por*

factores nutricionales, las cuales presentaron diferencias significativas entre la aplicación del pre-test y el pos-test.

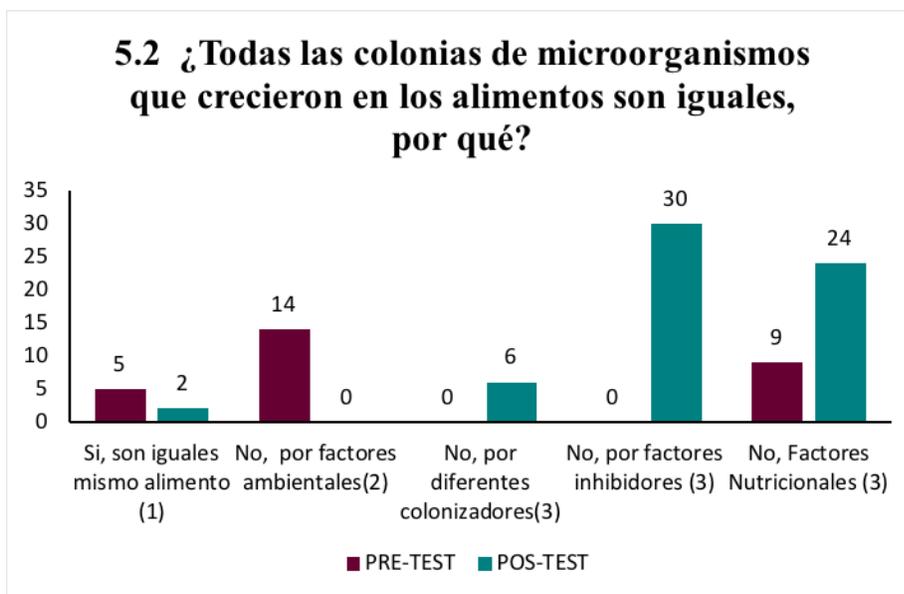


Figura 97. Contraste de las subcategorías obtenidas en el pre-test y pos-test aplicado a los docentes en formación con respecto a la situación problema sobre el crecimiento de microorganismos en diversos ambientes y su similitud en un mismo medio de cultivo

Fuente: autores

Como se evidencia en la Figura 97, con relación al crecimiento de microorganismos iguales en un mismo medio o cultivo. Dos de las cinco subcategorías descendieron en el pos-test, es decir que al inicio de la intervención didáctica tuvieron mayor auge en los futuros docentes como concepción alternativa, siendo estas *Si, son iguales, mismo alimento* y *No, por factores ambientales*, respuestas que presentaron valor de significación de 0.000. De este modo, se observa que los conocimientos previos son producto de las representaciones que los jóvenes han visualizado en textos o material de información microbiológica en donde los organismos son presentados muy similares. También, pueden ser originados a partir de la idea de que todos los microorganismos son

iguales, conglomerando las diversas especies como uno solo y no distinguiendo parámetros del ambiente que permiten el desarrollo organismos microscópicos específicos.

En cuanto a las subcategorías que inicialmente no fueron mencionadas, pero que luego de intervenir mediante estrategias didácticas en el seminario de microbiología se tienen *No, por diferentes colonizadores*, *No, por factores inhibidores*, estas con una diferencia significativa de 0.000 cada una y finalmente *No, factores nutricionales*. Estos conocimientos ideales, pueden atribuirse a la construcción de la columna de Winogradsky en la que, mediante una muestra de lodo, nutrientes específicos para el desarrollo y crecimiento de microorganismos y requerimientos ambientales precisos se desarrollan ecosistemas. Además, influyen las temáticas abordadas como son metabolismo de los microorganismos, las transformaciones biogeoquímicas y las relaciones interespecificas. Con lo anterior se deduce que la H1 tiene validez ya que se presentó una estructuración en los saberes de los futuros docentes.

De esta manera, al obtener un progreso en las respuestas del profesorado podemos decir que las concepciones parten de diversos puntos de vista válidos, en su mayoría debido a que cada individuo toma en cuenta el factor de crecimiento más importante desde su punto de vista.

E2.P5.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 5.2 “¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?”] “*No todas las colonias que crecieron en los alimentos serán iguales, ya que estas varían según las condiciones que se den a los microorganismos*”.

E20.P5.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 5.2 “¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?”] “*No porque dependiendo de los nutrientes de estos microorganismos así crecerán los microorganismos favorables con este medio y es fundamental la temperatura*”.

Con respecto a la información obtenida, Montoya (2008), plantea que los microorganismos se encuentran en toda la naturaleza (aire, agua, suelos) y se presentan primordialmente en los ambientes con materias nutritivas, humedad y temperatura óptimas para su desarrollo y multiplicación. De igual modo sostiene que estos organismos microscópicos tienen un poder de selección especialmente las bacterias, las cuales solo utilizan los nutrientes que necesitan y no todo lo que el medio les brinde; permitiendo a su vez una mejor clasificación taxonómica. Este tipo de planteamientos, se evidencian entonces en las concepciones del profesorado, acercándose a posturas más ideales y propias del conocimiento científico. Demostrando como la intervención de aula favoreció el cambio entre los dos momentos que se compararon, e incide notablemente en mejores procesos de enseñanza y aprendizaje.

¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?

Explica

Tabla 57. Confrontación de la información obtenida en el pre-test y pos-test aplicados a los futuros docentes, con relación a la categoría importancia de la enseñanza de la microbiología en los colegios.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
6. ¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? Explica	No por complejidad y falta de recursos	0,14	0,00	-0,14	0,08
	Si, aprendizaje	1,18	0,82	-0,36	0,21
	Si enseñar la importancia de los microorganismos	0,41	0,95	0,55	0,16
	Si generar motivación e investigación	0,41	0,82	0,41	0,18

Fuente: autores

Con respecto a la Tabla 57., la cual establece la categoría *¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?*, se evidencia la generación de cuatro subcategorías las cuales en su mayoría no presentan una diferencia significativa en la que se establezca la creación o modificaciones de concepciones más estructuradas, a excepción de una que presentó un valor de 0,08. Entre las respuestas se rescatan términos como complejidad, aprendizaje, importancia y motivación, criterios fundamentales en la formación docente.

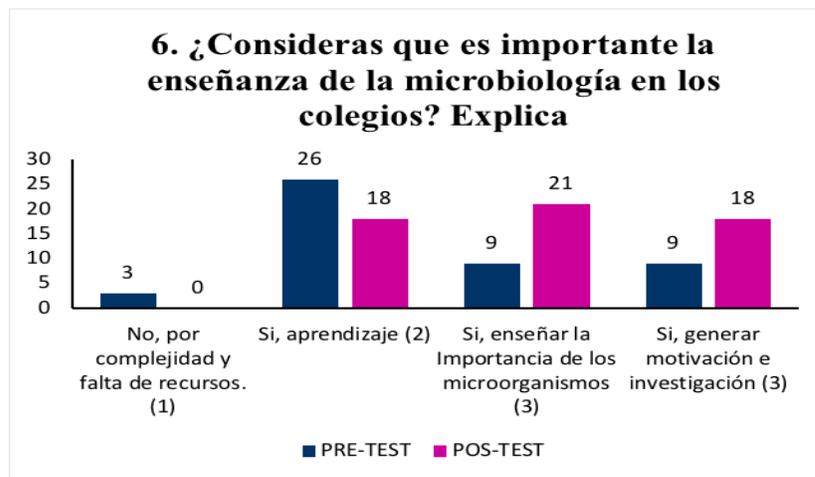


Figura 98. Confrontación de las subcategorías suministradas por los docentes en formación en el pre-test y pos-test con respecto a la importancia de la enseñanza de la microbiología en los colegios.

Fuente: autores

En la Figura 98, se representan las concepciones de los futuros docentes clasificadas en cuatro subcategorías. Se destaca que la subcategoría *No, por complejidad y falta de recursos* que al inicio se evidenciaba en las respuestas del profesorado, al final no se registra, presentando una significancia de p-valor de 0.080. Este progreso, puede deberse en gran medida al desarrollo de las estrategias didácticas con los futuros docentes, las cuales incidieron en un cambio de perspectiva. Ya que, al inicio, se apreciaba una dificultad en la enseñanza de esta ciencia, por el contrario, al final se observa la promoción de la investigación y actividades que activen la motivación en el

proceso de aprendizaje. Otra de las subcategorías que inicio con cierta frecuencia mayoritaria, fue *Si, aprendizaje*, no obstante, en el pos-test descendió con el objetivo de no orientar estos saberes de manera general, sino hacerlo partiendo de su importancia e investigación.

De esta manera, las concepciones que tomaron realce posterior a la secuencia de clase desarrollada fueron *Si, enseñar la importancia de los microorganismos* y *Si, generar motivación e investigación*. Esto indica que el estudiantado cambio su concepción de falencias y aprendizaje sin enfoque, por logros en la enseñanza de la microbiología, que conduzcan a su investigación y aplicación en aspectos biotecnológicos como la industria farmacéutica, alimentaria, medicinal, cosmetológica, agropecuaria, entre otras, y no solo a verlos como agentes patológicos.

Teniendo en cuenta lo anterior se expresa que las concepciones del estudiantado se tornaron más estructuradas aun cuando las diferencias significativas superaron en su mayoría el valor de 0.080, con esto la H1 se presenta como afirmativa.

E1.P6.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 6 “¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?”] “*Sí, ya que es un campo amplio de investigación ya que todo lo que nos rodea hay microorganismos. Además, podríamos generar investigación en los estudiantes por esta área, ya que sabemos teóricamente que es una bacteria u hongos, y sería mucho mejor observarlos y saber que se pueden encontrar en nuestro entorno*”.

E21.P6.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 6 “¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios?”] “*Sí, para enseñarles a los niños que este mundo es maravilloso porque existe desde lo macro hasta lo micro, que conozcan que son y porque son tan esenciales para el equilibrio en la vida*”.

Con lo anterior, Uribe (2009), plantea que el estudio de los microorganismos y su fisiología son fundamentales en el desarrollo de la ciencia biotecnológica y la industria. Además, se orienta

el papel ecológico de estos organismos microscópicos y su desempeño en diversos procesos biológicos como la transformación y uso de materia orgánica, que se ejecutan en el entorno.

Por otro lado, el análisis de los microorganismos en cuanto a su relación con la naturaleza y los demás seres vivos orientan a afirmar la microbiología como la base de las ciencias biológicas, ya que afecta todas las formas de vida sobre la tierra (Madigan et al., 2009).

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?

Tabla 58. *Contraste de las subcategorías clasificadas en el pre-test y el pos-test a partir de las respuestas de futuros docentes con respecto a los materiales que se emplearían para el desarrollo de una clase de microbiología.*

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
7.1 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?	Fómites y alimentos	0,32	0,14	-0,18	0,04
	Practica de laboratorio	0,18	0,36	0,18	0,16
	Recursos audiovisuales	0,82	0,45	-0,36	0,16
	Medios artesanales	0,27	0,27	0,00	1,00
	Salida de campo y columna de Winogradsky	0,00	0,14	0,14	0,32
	Elementos artesanales didácticos y teórico prácticos	0,55	1,09	0,55	0,10

Fuente: autores

En la Tabla 58, se presenta la categoría que hace alusión a la siguiente situación: *Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?* Con respecto a este interrogante, los futuros docentes presentaron concepciones agrupadas en seis subcategorías, las cuales presentaron variación en la aplicación del pre-test y el pos-test. Entre las subcategorías más relevantes está *Fómites y alimentos* como única respuesta que tuvo una diferencia significativa con valor de 0.040, debido a que descendió luego de realizarse la intervención en el seminario de microbiología.

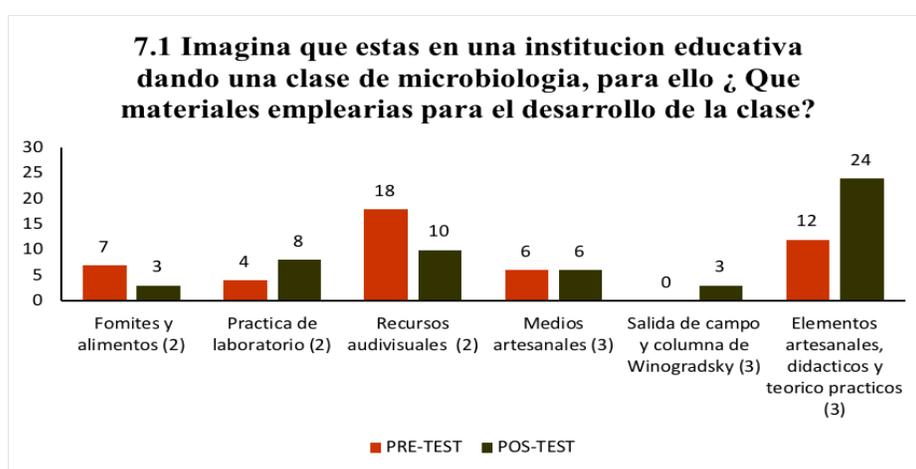


Figura 99. Confrontación de los datos obtenidos en el pre-test y pos-test aplicado a docentes en formación, con respecto a la categoría *¿Qué materiales emplearías en una clase de microbiología?*

Fuente: autores

En relación a la Figura 99, se evidencia la obtención de seis subcategorías de las cuales dos presentaron auge al inicio de la intervención *Fómites y alimentos* y *Recursos audiovisuales*. Pero al aplicar el pos-test descendieron, debido a que el estudiantado transformo sus concepciones y optó por estrategias didácticas como las salidas de campo, prácticas de laboratorio y elementos artesanales. De igual manera, se observa que la subcategoría *Medios artesanales* permaneció constante, señalando que esta es una actividad pedagógica que permite la enseñanza de la

microbiología de manera próxima facilitando su aprendizaje. Finalmente, las respuestas de los futuros docentes agrupadas en las subcategorías *Práctica de laboratorio*, *Salida de campo y columna de Winogradsky* y *Elementos artesanales, didácticos y teórico prácticos* en el pre-test no presentaron mayor relevancia, pero al terminar la intervención fueron principalmente mencionadas. Esto producto de las metodologías aplicadas en el seminario en el cual se establecen trabajos prácticos que permiten la transformación de concepciones alternativas o la construcción de conocimientos estructurados.

Por lo anterior, se denota que, aunque no se presentaron mayores diferencias significativas con valores inferiores a 0.080, las subcategorías mencionadas y que tomaron fuerza en el pos-test indican que, si hubo modificación de saberes en el desarrollo cognitivo de los futuros docentes, validando al interior del proyecto la H1.

E15.P7.1.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 7.1 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?”] *Primordialmente saber sobre el tema y explicarlo con mucho detalle y las actividades serían las del laboratorio si se tiene. Si no podríamos utilizar esta columna.*

E12.P7.1.Ti-Tf. [Haciendo referencia a la pregunta 7.1 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, para ello ¿Qué materiales emplearías para el desarrollo de la clase?”] *Primero en clase “teórica” utilizaría video beam, juegos, actividades; en clase práctica distintos medios como microscopios, agares caseros. Realizaría talleres prácticos, que ayuden al estudiante a entender el tema, lecturas cortas.*

En este sentido, Del Carmen (2000), establece que los trabajos prácticos son estrategias de enseñanza en donde los alumnos utilizan procedimientos que conducen a la resolución de problemas científicos. Por su parte, Hodson (1994), señala que el objetivo de la enseñanza no es

hacer que los estudiantes sigan una metodología, por el contrario, es hacer que los aprendices sean activos para que construyan conocimientos a través de la experiencia próxima o directa.

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?

Tabla 59. Confrontación de las subcategorías obtenidas en los test inicial y final aplicados al profesorado en formación con respecto a la categoría de que metodología aplicarían para el desarrollo de una clase de microbiología.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
7.2 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?	Enseñanza tradicional	0,32	0,09	-0,23	0,09
	TICS y enseñanza innovadora	0,73	0,45	-0,27	0,26
	Salidas de campo	0,00	0,55	0,55	0,04
	Enseñanza didácticas	0,68	1,36	0,68	0,17
	Clase innovadora con elementos artesanales o interactivos	0,00	0,27	0,27	0,16

Fuente: autores

Con relación a la Tabla 59, sobre la categoría: *Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?* Los futuros docentes presentaron cinco subcategorías, de las cuales solo *Salidas de campo* tuvo significancia con un valor de 0.040 al ser una de las estrategias más efectivas en la construcción de saberes, ya que permiten al estudiante interactuar con el su entorno, analizar sus saberes previos y transformarlos en concepciones más científicas. De igual modo, surgieron dos categorías que

dominaron inicialmente pero que decayeron al finalizar, y, por el contrario, dos que fueron poco mencionadas en el pre-test y lograron tener mayor frecuencia en el pos-test.

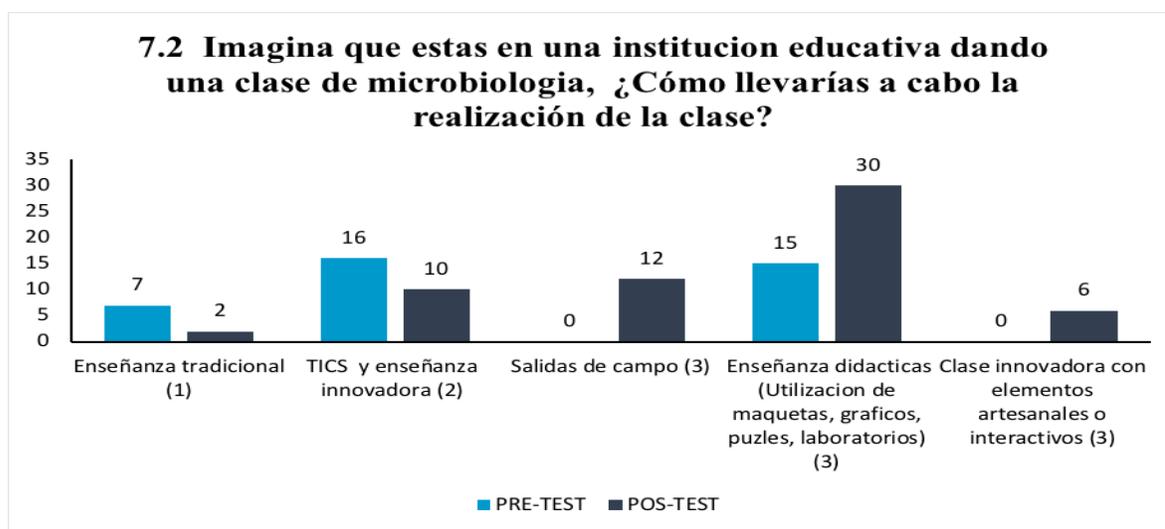


Figura 100. Confrontación de las subcategorías proporcionadas por los docentes en formación del seminario de microbiología, en la aplicación del test con respecto a cómo desarrollarían una clase de esta área en una institución educativa.

Fuente: autores

En la Figura 100, se observa las concepciones del profesorado con respecto al desarrollo de una clase de microbiología, evidenciando como se movilizan desde una postura enmarcada en una metodología tradicional, hacia una que describe un enfoque constructivista mediado por la innovación y los trabajos prácticos. De esta manera, se rescatan en primera medida las subcategorías primordiales en el pre-test y que descendieron luego de aplicada la intervención como fue el caso de *Enseñanza tradicional* y *TICS y enseñanza innovadora*. Estas concepciones previas, pueden estar relacionadas con la experiencia que presenta el estudiantado con su proceso académico puesto que las clases de microbiología en las instituciones no son llevadas a contextos o al laboratorio. Por el contrario, estas temáticas son explicadas en clase en donde ocasionalmente son expuestas diapositivas con representaciones y videos.

Por otra parte, los docentes en formación luego de vivenciar las estrategias aplicadas en la intervención del seminario de microbiología, optaron por añadir en el post test subcategorías como *Salidas de campo, Clase innovadora con elementos artesanales o interactivos* y a su vez, dar mayor importancia a una clase a partir de *Enseñanza didáctica (Utilización de maquetas, gráficos, puzzles, laboratorios, etc)*. Con esto se evidencia que hubo comprensión en los procesos pedagógicos propuestos ya que estos favorecen una transformación y asimilación de contenidos científicos, especialmente microbiológicos, que hacen del estudiantado protagonistas activos de su propio aprendizaje. También permiten una confrontación de lo que ya se sabe con los conocimientos nuevos, que de manera reflexiva y crítica pueden conducir a una enseñanza y aprendizaje transversal con el docente titular del área.

En consonancia con lo anterior y como se ha observado en otras categorías, esta no presenta valores significativos derivados del programa estadístico, no obstante, las concepciones obtenidas del profesorado y en formación y las transformaciones que presentaron luego de participar de la intervención didáctica, evidencian que si hubo progreso en sus conocimientos como se esperaba con la H1.

E11.P7.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 7.2 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?”] *“En el salón realizaría la clase con ayuda de video beam. En ocasiones iríamos al laboratorio para hacer una experimentación de un tema visto y si se llega a dar la circunstancia saldríamos a una práctica”.*

E17.P7.2.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 7.2 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?”] *“En el salón con teoría previa y textos. En el laboratorio con ejercicios de observación y crecimiento. Salidas para conocimientos nuevos”.*

Acorde con lo anterior, Amórtegui (2011), sostiene que los trabajos prácticos permiten hacer un diagnóstico conceptual del estudiante, que orientan al docente a crear actividades u oportunidades para la transformación de los conocimientos. Esto debido a que se crea un conflicto cognitivo que llevan a la construcción de nuevos saberes. Además, se trabaja sobre aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales en donde el alumnado es activo en la investigación crítica.

También, Henríquez e Inchaustegui (1988), plantean que para la enseñanza y aprendizaje de la biología se deben tener claros los métodos que se utilicen, puesto que deben responder al interrogante ¿Cómo enseñar los conceptos biológicos?, para que los estudiantes mediante la interacción activa asimilen mejor los conceptos de esta ciencia.

Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?

Tabla 60. Contraste de las subcategorías derivadas de la aplicación del pre-test al pos-test a los docentes en formación con respecto a porque harían la clase de microbiología y a su vez porque implementaría las actividades.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
7.3 Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?	Enseñanza microorganismo y ubicuidad	0,64	0,45	-0,18	0,29
	Enseñar beneficios en hombre y naturaleza	0,00	0,36	0,36	0,04
	Incentivarlos a la investigación	0,27	1,09	0,82	0,09

Fuente: autores

Considerando la Tabla 60, con respecto a la categoría, *Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?*, El profesorado en formación plantea tres subcategorías entre estas *Enseñar beneficios en hombre y naturaleza*, la cual no fue mencionada al iniciar la intervención, pero posteriormente presentó superioridad obteniendo así una diferencia significativa con un valor de 0.040. Esto a partir de discernir la importancia de estos organismos microscópicos en la transformación de compuestos orgánicos y la salud del hombre.

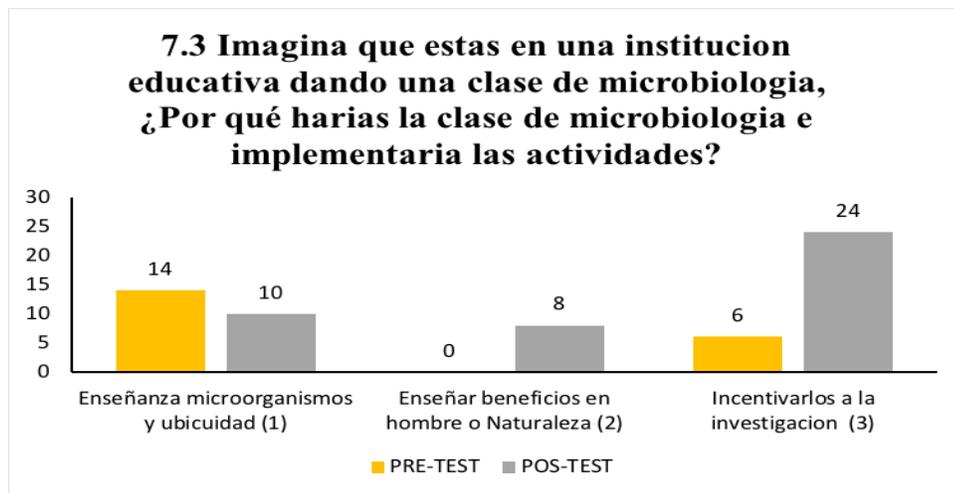


Figura 101. *Confrontación de las subcategorías obtenidas con respecto al porque el profesorado en formación desarrollaría la clase de microbiología e implementaría actividades*
Fuente: autores

Por lo que se refiere a la Figura 101, en donde se muestran las subcategorías para la pregunta *¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?*, los docentes en formación plantean tres subcategorías. Primeramente, *Enseñanza microrganismos y ubicuidad*, la cual al aplicar el pos-test disminuyo en su intención de ser la principal razón de enseñanza de esta ciencia, esto a causa de que generalmente las clases de microbiología se fundamentan en conocer características como morfología y ambientes en los que puedan desarrollarse estos organismos.

Seguidamente se encuentran las subcategorías *Enseñar beneficios en hombre o naturaleza e Incentivarlos a la investigación*, esto como forma de expresar las funciones que tiene los microorganismos en nuestro entorno y cuerpo humano. Además, de la repercusión o trascendencia que presentan en procesos biotecnológicos como la industria alimentaria, ambiental, medicinal, farmacológica, entre otras. Lo anterior indica que la realización de la intervención, género en el estudiantado una transformación de las concepciones alternativas, logrando concebir el estudio de la microbiología en su importancia para el equilibrio de los ecosistemas y confirmando así la H1

E12.P7.3.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 7.3 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?”] *Las haría e implementaría las actividades ya que la microbiología es una ciencia muy importante que interfiere en nuestro diario vivir. se deben poner actividades por dinámica y un mejor aprendizaje.*

E17.P7.3.Ti-Tf: [Haciendo referencia a la pregunta 7.3 “Imagina que estás en una institución educativa dando una clase de microbiología, ¿Por qué harías la clase de microbiología e implementaría las actividades?”] *Porque así despertaría las ganas y la curiosidad de los niños frente a este tema, los incentivaría a investigar y conocer un mundo microscópico, en donde existe gran variedad de funcionalidades.*

De esta manera, para enseñar microbiología, como docentes en formación se debe tener clara la respuesta al interrogante *¿Cómo enseñar ciencias significativamente?*, la cual de acuerdo con Ruiz (2007), no orienta al profesor a sustituir pre-saberes o instrumentalizar la didáctica, sino a promover discusiones concretas que generen elementos teórico prácticos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, donde el sujeto sea consciente de este saber, lo cuestione y distinga en otros contextos. Además, donde se evidencie la relación entre aspectos conceptuales, procedimentales, actitudinales, sociales y culturales de los actores involucrados, Pozo (1993).

¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?

Tabla 61. Contraste de las subcategorías obtenidas de los test aplicados a los docentes en formación, con respecto a los trabajos prácticos como facilitadores de la enseñanza y aprendizaje de la microbiología antes y después de la intervención didáctica.

Pregunta (Categoría)	Subcategoría	Media PreTest	Media PosTest	Dif. de Medias	P. Valor
8. ¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?	Si conocer espacios más equipados	0,32	0,18	-0,14	0,32
	Si aprendizaje y generación de conocimientos	0,36	0,18	-0,18	0,42
	Si interactuar con el medio ambiente	0,82	0,55	-0,27	0,42
	Si contrastar teoría práctica	0,73	1,09	0,36	0,49

Fuente: autores

En la Tabla 61, se pueden ver las frecuencias relacionadas con la categoría, *¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?*, Acá los futuros docentes plantearon respuestas que se agrupan en cuatro subcategorías las cuales al ser comparadas en el pre-test y el pos-test no tuvieron una diferencia significativa que permitiera estimar la transformación conceptual con respecto a las concepciones alternativas. No obstante, se

presentaron variaciones en la reiteración de algunas de manera positiva y negativa luego de aplicar la intervención didáctica en el seminario de microbiología.

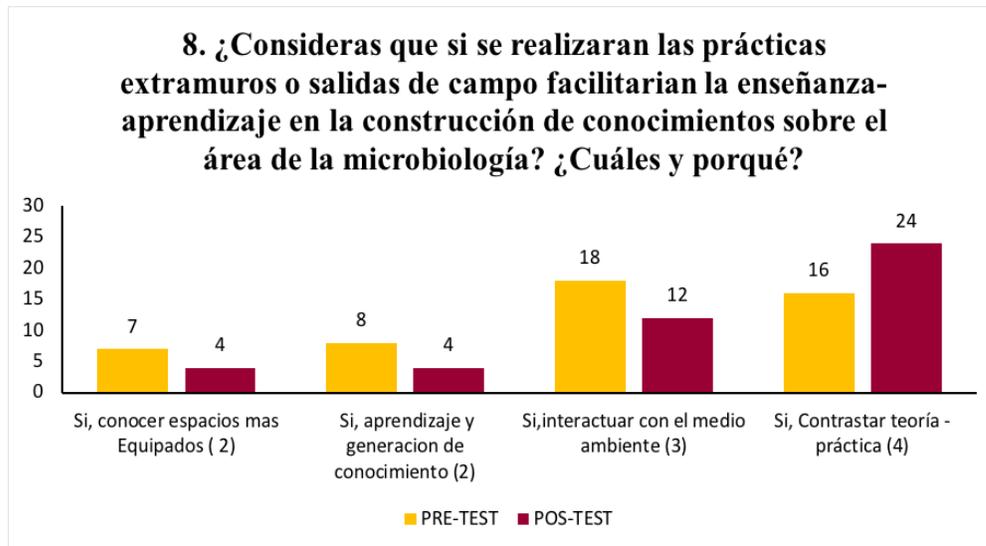


Figura 102. Confrontación de las subcategorías derivadas de las respuestas de los docentes en formación, en los test aplicados con respecto a su concepción sobre la importancia de los trabajos prácticos en la enseñanza de la microbiología.

Fuente: autores

En la Figura 102, se evidencian las subcategorías obtenidas de las concepciones de los futuros docentes con respecto a la importancia de los trabajos prácticos como las prácticas extramuros o salidas de campo. Entre estas se hallan *Si, conocer espacios más equipados*, *Si, aprendizaje y generación de conocimiento* y *Si, interactuar con el medio ambiente*, las cuales en el pre-test tuvieron mayor consideración por el profesorado, pero al aplicar la secuencia de clases en la intervención de microbiología, estas concepciones previas fueron modificadas, aunque no con firmeza. Esto se puede deber en gran medida a que al interior de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, se llevan a cabo prácticas extramuros en diferentes seminarios del área disciplinar y pedagógica con el objetivo de transformar los conocimientos y acercar al estudiantado a un contexto próximo diferente al aula de clase. También se obtuvo la

subcategoría *Si, contrastar teoría y práctica*, la cual, al finalizar las actividades didácticas propuestas para el seminario, presentó mayor auge en el profesorado, Lo que quiere decir, que para los participantes es más importante confrontar las concepciones teóricas construidas en clase con los conocimientos que se desarrollan a partir de salidas de campo y prácticas de laboratorio, en donde son ellos quienes realizan las actividades y así se pueden evaluar o analizar los aprendizajes y establecer conocimientos más estructurados con sus estudiantes.

De acuerdo a lo anterior, se establece para esta categoría que no hubo mayor significancia en la transformación cognitiva del profesorado en formación por lo que se da validez a la H0.

E8.P8. [Haciendo referencia a la pregunta 8 “¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?”] “*Sí, porque al llevar a los alumnos a una salida ellos tendrían una relación más cercana con el medio y esta los motivaría a un buen desarrollo del contenido como función, reproducción, adaptación, adhesión de los microorganismos, etc*”.

E2.P8. [Haciendo referencia a la pregunta 8 “¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitarían la enseñanza- aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?”] “*Sí porque con las salidas extramuros uno puede observar y conocer ambiente propicio para el crecimiento de microorganismo y de paso conocer otros ambientes en el cual nos va servir para conocimiento avanzado*”.

De igual manera, se establece el planteamiento de Caamaño (2003), en el cual como actividades a realizar por los docentes recomienda los trabajos prácticos, ya que son considerados de gran importancia en la enseñanza de las ciencias porque activan la motivación en el estudiante y favorece la comprensión de los conceptos vistos en clase. Al igual que, permite que se observen

y vivencien suceso o fenómenos. También, promueve un espacio de respeto y trabajo en equipo, y acerca la metodología y procedimientos propios de la actividad científica.

9. Conclusiones

Durante la intervención de aula, la columna de Winogradsky, permitió ser utilizada como medio de cultivo in situ para estimar el crecimiento de microorganismos ambientales. Además, al ser un instrumento de fácil construcción y económico, facilitó el desarrollo de experiencias de campo con los estudiantes. Por otra parte, permitió observar el desarrollo de microorganismos a través de las pigmentaciones generadas, De esta manera fue posible estimar y observar el desarrollo de microorganismos sulfato-reductores, cianobacterias, *Thiobacillus*, bacterias verdes del azufre, algas, bacterias púrpuras del azufre o no azufre.

De igual manera, en los hallazgos del componente disciplinar las especies de microorganismos aislados a partir de la columna de Winogradsky en medios de cultivo comerciales son *Staphylococcus pseudintermedius*, *sphingomonas paucimobilis*, *Acinetobacter haemolyticus*, *E coli* pertenecientes a los filos de Firmicutes y Proteobacterias. Los cuales están asociados a fuentes antropogénicas y de animales, lo que nos indica que posiblemente provienen de lixiviados y aguas residuales que alimentan el caudal de la laguna, esta última ubicada en inmediaciones residenciales al sur de la ciudad de Neiva, zona que es altamente intervenida por construcciones y edificaciones.

La laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva, presenta aguas mínimamente transparentes y posee una elevada carga de material orgánico lo que sumado a las bacterias y plantas macrófitas (indicadoras de contaminación) generan un bajo nivel de oxígeno. De esta manera la laguna es considerada eutrófica así mismo presenta un matiz verdoso en sus aguas lo que indican una elevada presencia de algas y diatomeas.

Los valores obtenidos de los parámetros fisicoquímicos evaluados y contrastados con los índices de calidad del agua en Colombia, establecen un rango de 0 a 100 para calificar la pureza

del agua. Demostrando que la Laguna del Jardín Botánico de Neiva tiene una calidad intermedia, que en la escala de clasificación ratifica que el cuerpo de agua superficial no es aconsejable para el consumo humano, pues su ingesta incurriría en afecciones gastrointestinales o dolencias fatales.

En cuanto a las concepciones en microbiología y educación, podemos decir que se generaron progresiones en los docentes en formación de la Universidad Surcolombiana, inicialmente sólo consideraban microorganismos a las bacterias, luego consideraron otros grupos de microorganismos como hongos, algas entre otros. Así mismo, se evidenció la vinculación de los microorganismos y el ambiente en los ciclos biogeoquímicos, la columna de Winogradsky dejó de ser desconocida. Resaltamos una progresión ideal, mediante la salida de campo, en la cual se procuró enseñar la relación del hombre con la naturaleza incluyendo organismos macro y micro, estableciendo la posibilidad de existir situaciones benéficas y no solamente perjudiciales a la salud, como se concebía al inicio del proceso formativo.

Los seminarios realizados durante la secuencia didáctica, al interior del curso de Microbiología permitieron que los docentes en formación generaran más interrogantes de los propuestos en las situaciones problema, como registramos en un momento inicial. De esta manera, se logró que los estudiantes relacionaran los temas con situaciones del ambiente cotidiano o diario vivir.

Se evidenció la vinculación de los conocimientos previos al proceso de aula, como documentales presentados en diversos canales de televisión como es el caso de National Geographic, a los procesos formativos, favoreciendo aprendizajes más significativos y propicios para aplicar un contexto propio. Finalmente, las lecturas complementarias recopiladas con asesoría del director del trabajo y de la docente titular del curso de microbiología, permitieron abordar campos desconocidos de la temática, favoreciendo el debate académico y la discusión analítica, como competencias en la formación en ciencias naturales para el profesorado en formación.

La discusión como proceso en el aula de clase, generó una relación entre el docente, el contenido y el estudiante (futuros docentes) de forma natural. Pues favoreció experiencias enriquecedoras al no condicionar al docente en formación (estudiantado), este se expresó con libertad, opinó de manera consciente y reflexionó de su propio proceso de aprendizaje. De esta manera, se evidencia al final de la secuencia de aula, un progreso en las concepciones. Por ejemplo, se registró una movilización significativa en conceptos relacionados con la diferencia entre respiración como proceso de tomar oxígeno y liberar CO₂ y la respiración celular como un mecanismo de obtención de energía

10. Recomendaciones

Para el departamento del Huila se hace necesario más investigación de los espacios naturales que comprende, como es el Parque Jardín Botánico de Neiva el cual esta en proceso de recuperación y conservación por parte de los entes gubernamentales como la Gobernación del Huila, la Alcaldía de Neiva y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Rural Sostenible, promoviendo la exploración y divulgación de la diversidad de flora, fauna, microorganismos, y evaluación de aspectos químicos y físicos.

En la enseñanza y aprendizaje de la Microbiología se hace preciso el diseño e implementación de estrategias didácticas y pedagógicas como la Columna de Winogradsky, la cual, al ser un medio de cultivo artesanal de bajo costo, se convierte en un instrumento que permite el desarrollo de diversas temáticas a nivel metabólico, nutricional, fisiológico, morfológico y de ciclo biogeoquímicos, entre otros. Al igual que de la construcción de situaciones problematizadoras que activen en los estudiantes la motivación por la investigación y desarrollen habilidades de crítica, análisis, reflexión y generación de planteamientos.

En la Universidad Surcolombiana y específicamente en la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, es necesario la generación de espacios adecuados como laboratorio para el área de Microbiología, permitiendo así que las prácticas e investigaciones realizadas en este campo cuenten con los instrumentos, equipos y materiales apropiados para el fortalecimiento de conocimientos sobre los microorganismos en diversos aspectos.

En cuanto a la realización de investigaciones disciplinares ya sea de carácter Microbiológico o Físicoquímico es necesario tener unos criterios y procedimientos estandarizados para su desarrollo y posterior análisis. Además, de contar con especialistas en los campos a evaluar.

11. Referencias

- Abbasian, F; Lockington, R; Mallavarapu, M & Naidu, R. (2015). A pyrosequencing-based analysis of microbial diversity governed by ecological conditions in the Winogradsky column .World J Microbiol Biotechnol DOI 10.1007/s11274-015-1861-y
- Acosta, S. y García, M. (2012). Estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de biología en las universidades públicas. *Omnia*, vol. 18, núm. 2, pp. 67-82 Universidad del Zulia Maracaibo, Venezuela.
- Acuña, G. (2002). Descubrimiento de la Penicilina: Un Hito de la Medicina Cómo el azar puede ayudar al Científico. *Revista médica clínica los condes*.Vol 13 N° 1. Recuperado de:<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-descubrimiento-penicilina-un-hito-medicina-X0716864002319295>
- Aguilar, E. Cuellar, S. Vargas, D. (2016). *Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de futuros docentes de ciencias naturales de la universidad Surcolombiana, la Universidad Pedagógica Tecnológica de Colombia y la universidad de Antioquia*. (Tesis para optar el título profesional). Universidad Surcolombiana, Neiva.
- Akmar, Z. Zakaria, Z. Surif, S. y Ahmad, W. (2006). Hexavalent chromium reduction by *Acinetobacter haemolyticus* isolated from heavy-metal contaminated wastewater. *Journal of Hazardous Materials* pp-pp 30–38. Recuperado de: <https://www.utm.my/bactec/files/2015/01/Journal-of-Hazardous-Materials-hexavalent-2007.pdf>
- Alarcón, A. y Ferrera, R. (1999). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de frutales, *Terra*. Instituto de Recursos Naturales México. Recuperado de: <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art179-190.pdf>

- Alarcón, A. y Ferrera, R. (2001). La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. *Ciencia Ergo Sum*. 8:2. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México.
- Alarcón, Y. y Piñeros, I. (1989). *Las salidas de campo como un recurso pedagógico. Modelo de una salida*. (Tesis para optar al título de Licenciado en Biología y Química. Universidad de la Salle). Bogotá.
- Allen, D. Donham, R. y Tanner, K. (2004). Approaches to biology teaching and learning: lesson study -building communities of learning among educators. *Cell Biology Education*.
- Álvarez, S. (2005). La descomposición de materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano. *Ecosistemas*. pp 17-29 Recuperado en : <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Alvarez-2005.pdf>
- Amórtegui, E y Correa, M. (2009) *Las Prácticas de Campo Planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional. Colombia, Bogotá DC.
- Amórtegui, E. (2011) *Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional*. (Tesis para optar al título de Magíster en Educación. Bogotá. DC. Universidad Pedagógica Nacional). Pp. 354.
- Anderson, R (1987). *Comparative Protozoology. Ecology, physiology, life history*. New york USA. Editorial Springer Science + Busines Media New York.
- Andrade, S; Erosa de la Vega, G; Nevárez, G. (2015). Amonio-oxidasas bacterianas y arqueales involucradas en el ciclo del nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, vol. 33, núm. 3, pp. 233-245. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.

Ángel, C., Díaz, D., y Trujillo, K. (2007). *El maravilloso mundo de los microorganismos clic version 3.0 herramientas de evaluación* (Tesis de pregrado). Neiva, Facultad de Educación Universidad Surcolombiana.

Antolínez K; Quintero, L (2016). *Enseñanza y aprendizaje del mundo bacteriano y fúngico por medio de prácticas de laboratorio dirigidas a estudiantes de noveno grado de la institución educativa José Reinel Cerquera del municipio de Palermo, Huila.* (Tesis de pregrado). Neiva. Universidad Surcolombiana.

Arana, M. Battiston, L. Becerra, A. Giorgis, M. Hued, A. y Lagos, S. (2015). Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy: Aportes para la formación docente / Sandra M. Díaz; coordinación general de Gonzalo M. A. Bermúdez; Ana Lía De Longhi. - Córdoba: Editorial de la UNC.

Arbeláez, C. y Soto, Yh. (2008). Representaciones conceptuales en estudiantes de grado octavo, sobre las bacterias, y los procesos de transformación de alimentos en los que intervienen. Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en educación básica, con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental. Universidad de Antioquia.

Arias, E. (2016). *Enseñanza de la microbiología con materiales reciclables y de bajo costo: Una experiencia para el grado noveno de la Institución Educativa Emiliano García* (trabajo de grado para optar el título de magister) Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/54061/1/43528598.2016.pdf>

Aselmeier, U (1983). *Antropología Biológica y Pedagogía*. Ed. Alhambra. Madrid.

Asensi, V. y Parra, A. (2002). *El método científico y la nueva filosofía de la ciencia*. Departamento de Información y Documentación. Universidad de Murcia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/635/63500001.pdf>

Asensio, J. (1987). *Biología y Educación*. Universidad Autónoma de Barcelona. *Educar, Vol 12*.

- Atlas, R. (1984). Diversity of Microbial Communities. In: Marshall K.C. (eds) Advances in Microbial Ecology. Advances in Microbial Ecology, vol 7. Springer, Boston, MA
- Atlas, R. y Bartha, R (1998) Microbial Ecology fundamentals and Applications, 4th Edition. Menlo Park, CA: Addison Wesley Logman.
- Avellaneda, M. y Torres, E. (2013). Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia. Biota Vol 16.
- Bacchetti, T., Barroeta, E., y Esteve, A. (2015). La columna bioelectrogénica: una herramienta para introducir conceptos de ecología microbiana y electroquímica en la educación secundaria. Revista *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 12, núm. 3, pp. 529-535. Cádiz, España
- Banet, E. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales: Enseñanza y Aprendizaje del conocimiento biológico. Universidad de Murcia. España: Marfil S.A.
- Bannoehr, J. Guardabassi L. (2012). Staphylococcus in the dog: Taxonomy, diagnostics, ecology, epidemiology and pathogenicity. *Vet Dermatol*.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El Trabajo Práctico en la enseñanza de las Ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), pp 365-379.
- Bello, J. (2000). Ciencias Bromatológicas. Principios generales de los alimentos. Ediciones de Santos. Pp 592. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?id=Zh25BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gsbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Benoit, T. (2015). Increase the Visibility of Microbial Growth in a Winogradsky Column by Substituting Diatomaceous Earth for Sediment. *JOURNAL OF MICROBIOLOGY &*

BIOLOGY. EDUCATION p. 85-86 DOI. Recuperado de
<http://dx.doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.889>

Bonilla, M. Pajares, S. Viguera, J. Sigala, J. y Borgne, S. (2016). Manual de prácticas de microbiología básica. Universidad autónoma metropolitana. Recuperado de:
http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/23Manual%20de%20microbiologia_09diciembre2016.pdf

Borrachero, A. Brígido, M. y Costillo, E. (2011). Concepciones sobre la ciencia de los alumnos del C.A.P., futuros profesores de Educación Secundaria. *Campo Abierto*, 30 (1), 63-82.

Briceño, J. Benarroch, A. y Marín, N. (2013). Coherencia epistemológica entre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios colombianos. Comparación de resultados con profesores chilenos y españoles. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, Vol 31 N° 2, pp 55-74.

Briceño, J. y Berranoch, A. (2012). Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC)*. Vol 8 N°. 1 pp. 24-41.

Bridgewater, P. (1988). Biodiversity and landscape. *Earth Sci. Rev.* 25:486-491.

Brown, R. Macclelland, N. Deininger, R. y Tozer, R. (1970). A Water Quality Index & Do We Dare?. *Water and Sewage Works*. pp. 339-334.

Bucher, E. y Abril, A. (2006). Limnología Biología en: Bañados de río Dulce y Laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina): Capítulo 7. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, Argentina. Pp. 117-137.

Caamaño, A. (2003). Los Trabajos Prácticos en Ciencias. En Jiménez (Coord) Enseñar Ciencias. Pp. 95-118. Ed. Grao.

Caamaño, A. (2013). Hacer unidades didácticas: una tarea fundamental en la planificación de las clases de ciencias. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales N°. 74*. pp. 5-11

- Cafferata, M. (2005). El sentido de las Prácticas de laboratorio en Biología, en la escuela media. La perspectiva del docente. *Revista de educación en Biología*. 8 (1). Pp 45-47.
- Cañón, R., Prato, V, Alterio, M y Cárdenas, D (2009). Efecto del uso del suelo rizobacterias fosfato solubilizadoras y diazotróficas en el distrito de riego del río Zulia, Norte de Santander (Colombia). *Respuestas* N° 2 Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5461219.pdf>
- Cardinale, B. Duffy, J. Gonzalez, A. Hooper, D. Perrings, C. Venail, P. Narwani, A. Mace, G. Tilman, D. Wardle, D. Kinzig, A. Daily, G. Loreau, M. Grace, J. Larigauderie, A. Srivastava, D. y Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*. 486:59-67.
- Carmouze, J. (1994). Metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Sao paulo pág 254.
- Castro, J. y Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología e escolar. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*. N° 22. Pp 126-145. Tomado de la página web <file:///C:/Users/user/Downloads/385-1371-1-PB.pdf>
- Cercenado, E. (2009). *Staphylococcus lugdunensis*: un estafilococo coagulasa negativo diferente de los demás. *Revista Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Vol 27 N° 3. Pp 139-142. Servicio de Microbiología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España
- Charles, J. (1991). Fitoplancton y aspectos físicos y químicos de la laguna de Chingaza en Cundinamarca, Colombia. *Caldasia* 16, PP 489-500 Universidad Pontificia Javeriana. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/35357/1/35656-141129-1-PB.pdf>
- Charlton, P; Mcgrath, J & Harfoot, C (1997). The Winogradsky plate, a convenient and efficient method for the enrichment of anoxygenic phototrophic bacteria. Hamilton, New Zealand Universidad de Waikato. *Journal of Microbiological Methods*.

- Chung, Y. Hoitink, H. y lipps, P. (1988). “Interactions Between Organic Matter Decomposition Level and Soilborne Disease Severity”, *AgricEcosystems Environ.* 24:183-193. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(88\)90065-5](https://doi.org/10.1016/0167-8809(88)90065-5)
- Collard, I. y Foley, R. (2002). Latitudinal pattern and environmental determinants of recent human cultural diversity: do humans follow biogeographical rules
- Comunidad Andina. (2005). Manual de Estadísticas Ambientales. CAN: Santa Cruz de la Sierra. Pp 31-45. Conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica. En: *Enseñanza de las Ciencias.*
- Corlay, L. García, R. y Ferrera, R. (2000). “Aplicación de vermicomposta y micorriza arbuscular en cebolla establecida en tepetate” en Alarcón, A. y R. Ferrera (eds). *Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular.* Mundi Prensa, México.
- Corner T. (1992). Ecology in a Jar: Bacterial growth in the Winogradsky column. Journal National Science Teachers Association. Vol 59, N° 3. pp. 32-36
- Covarrubias, S; García, J; Peña, J. (2015). El papel de los microorganismos en la Biorremediación de suelos contaminados con metales pesados. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México. *Acta Universitaria. Vol 25. Número 3.* pp 40-45.
- Cruz, O. (2007). “El trabajo de campo como descubrimiento y creación”. En: María Cecilia de Souza (ed.), *Investigación social. Teoría, método y creatividad.* pp. 41-52. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Cuéllar, Z. Rodríguez, L. Garriz, A. (2015). Las Grandes Ideas sobre Biodiversidad y la ReCo de un Estudiante-Profesor. Visita de una Profesora de la Universidad Surcolombiana. Universidad Nacional Autónoma de México. Editorial Educación Química. Vol 26. Pp 2-8.

- Cuervo, R. (2010). Manual de protocolos de microbiología general. Universidad de San Buenaventura Seccional Cali. Editorial Bonaventuriana. ISBN: 978-958-8436-46-3
Recuperado de:
<http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/187/1/ProtocolosMicrobiologia.pdf>
- De Alba, E. y Reyes, M. (1998). Valoración económica de los recursos biológicos del país. En La diversidad biológica de México: Estudio de país. CONABIO. México. p. 212.
- De Felipe, M. (2004). Interacciones microorganismos-suelo-planta en la preservación del Medio Ambiente y la salud. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia. Vol 70. Número 3.* pp. 743-776. Madrid, España. Recuperado de:
<http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/view/247>
- De la Rosa, S. y Gamboa, M. (2003). Microorganismos acuáticos una farmacia por visitar. *Espacios del divulgador.*
- De Manuel, J. y Grau, R. (1996). “Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico”, *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm.7*, pp. 71-82.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En Del Carmen (coord) La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Barcelona: Editorial Horsori.
- Del Carmen. (2000). Los trabajos prácticos. Didáctica de las ciencias experimentales. Editorial Marfil Alcoy. España.
- Di Castri, F. y Younès, T. (1996). Biodiversity, science and development. CAB International/IUBS. París, Francia. pp. 1-11.
- Di Prisco, C. (2001). La enseñanza de la ciencia y los cuatro pilares de la educación. *Interciencia* 26 (12): 581.

- Díaz, De B. y Jiménez, A. (1996). “¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. Revista *Enseñanza de las Ciencias*. Vol 14 N° (2). pp 183-194. Recuperado de Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21448/93411>
- Díaz, F. y Hernández, G. (2007). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. Una interpretación Constructivista. Venezuela. Editorial MC Graw Hill. pp. 141,175.
- Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais Relativas à implementação Integrada do Trabalho Laboratorial e do Trabalho de Campo. Revista *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 5 (1). Pp. 192-212.
- Durango, M. (2012). *La Microbiología en la escuela, una experiencia didáctica, aplicada a séptimo grado de educación básica* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/8318/>
- Educacao em ciencias. Por Alegre. Tomado de la página web <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>
- Espinosa, D. y Cordero, C. (1995). Biodiversidad, instrumento para medir la vitalidad de la naturaleza. *La Jornada Ecológica*. Suplemento de La Jornada. México.
- Esteban, D; Hysa, B; Bartow, C. (2015). Temporal and spatial distribution of the microbial community of winogradsky columns. Departamento de biología. Plos one. Nuevo york, Estados unidos de América.
- Estévez, E. (2002). ¿Qué es la enseñanza y qué es el aprendizaje? *Paidós*.Madrid.
- Estrada, E. Santoyo, Y. y Robles, A. (2000). “Soil mites Associated to Decomposed Logs in La Mancha Veracruz, México”, en Quintero, R.; T. Reyna; L. Corlay; A. Ibañez y N. García (eds). *La edafología y sus perspectivas al siglo XXI*. Tomo I. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas-Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Autónoma Chapingo. México.

- Fernández, N. Ramírez, A. y Solano, F. (2003). Índices fisicoquímicos de Calidad del agua, un estudio comparativo. Conferencia Internacional Usos Múltiples del Agua: Para la Vida y el Desarrollo Sostenible. Universidad del Valle/ Instituto Cinara. Pp 211-219.
- Fernández, N. y Solano, F. (2005). Índices de Calidad y de contaminación del Agua., Universidad de Pamplona. Pp 43-53.
- Ferrera, R. (1995). “Efecto de rizosfera” en Ferrera, R. y J. Pérez (eds). *Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sostenible*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México.
- Franco, C. (2011). Análisis de aguas. Primera edición. Editorial Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia.
- Franco, L. y García, M. (2011). Caracterización de las endomicorrizas y siete grupos de microorganismos en agrosistemas del Piedemonte Amazónico, Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. *Acta Biológica Colombiana, Vol 17, núm 2*. pp 349-362.
- Gacto, M. (2017). La columna de Winogradsky por el Prof. Dr. D. Mariano Gacto Fernández, académico numerario. *El Diario La Verdad*. Recuperado de: <http://www.um.es/acc/la-columna-de-winogradsky/>
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), pp. 30-35.
- García, D. Amórtegui, E y Echeverry, S. (2015). Trabajos prácticos artesanales para la enseñanza-aprendizaje del mundo microscópico biológico en estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa María Cristina Arango de la ciudad de Neiva, Huila. *Revista Biografía*.
- García, I. (2011). Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. *Revista Argentina de Microbiología*. 43:1. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires, Argentina. Pp. 1-3.

- García, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un Cambio de Actitud hacia las Ciencias Naturales y su Enseñanza en Profesores de Educación Primaria. Revista *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. (7). Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N3.pdf
- García, T. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación. *Almendralejo* recuperado de: http://www.univsantana.com/sociologia/El_Cuestionario.pdf
- Garnacho, J. (2004). Tratamiento antibiótico de las infecciones graves por *Acinetobacter* spp. Revista *Electrónica de Medicina Intensiva*. Sasaki T, Kikuchi K, Tanaka Y, Takahashi N, Kamata S, Hiramatsu K. Reclassification of phenotypically identified *Staphylococcus intermedius* strains. *Clin Microbiol.* Vol (4) Recuperado de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/n22-Tratamiento_antibiotico_de_las_infecciones_graves_por_acinetobacter_spp.pdf
- Garófalo, S. Galagovsky, L.y Alonso, M. (2014). Dificultades en el aprendizaje del metabolismo de los carbohidratos. Un estudio transversal. Revista *Química Viva* – N° 1. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/863/86330863006/>
- Gaston, K. y Spicer, J. (1998). *Biodiversity. An introduction*. Blackwell Science. Malden, EEUU. pp. 1-39.
- Giraldo, C. Oviedo, Y. y Aroca, Cl. (2014). Diagnóstico preliminar de los ecosistemas urbano Parque Jardín Botánico, Laguna el Curibano y Laguna los Colores como ecosistemas estratégicos del municipio de Neiva. Neiva, Colombia.
- Glavic, N. (1957). *Metodología de la Enseñanza de las Ciencias Biológicas*. Departamento de Publicaciones del Liceo Experimental Manuel de Salas. Santiago, Chile.

- Gómez, F. García, J. Trejo, L. Pérez, A. Silva, H. y Velazco, J. (2014). Ciencias genómicas, biodiversidad del suelo y paisaje: Interacciones para la sustentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Pub. Esp. N° 9. Pp 1771-1780.
- Gómez, L. (2001). *Análisis microbiológico de coliformes y determinación de Salmonella en la carne de pollo expendida en la central minorista "Mercaneiva"* (Tesis de pregrado). Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Gómez, V. y Gavidia, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado Departamento Didáctica CC. Experimentales y Sociales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Vol 12 N° (3)*. Pp 441-455. Universidad de Valencia. España.
- González, M. (1995). "Interacción de la simbiosis endomicorrízica y la fijación biológica de nitrógeno", en R Ferrera y J Pérez (eds). *Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas Montecillo, Estado de México.
- Guerrero, R. y Berlanga, M. (2002) La Ecología Microbiana se hace mayor de edad. *International Microbiology. Actualidad SEM. Recuperado de: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/aura/34_ECOLMICROB_ACTSEM_34.pdf*
- Günther, H. (1996). Winogradsky discovered a new modus vivendi. *Institut für Mikrobiologie. Gottingen, Germany. Revista Anaerobe. Vol. 2. Pp 129-136*
- Halffter, G. Ezcurra, E. (1992). ¿Qué es la biodiversidad? En Halffter G (Comp.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. México.*
- Hannah, L., Lohse, D., Carr, J., y LankeranI, A. (1994). A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio 23, 246–250.*
- Haro, A. (1983). *Introducción a la Etología*. España Ed. Omega. Barcelona.

- Hedges, J. (1992). Global biogeochemical cycles: progress and problems. *Marine Chemistry* 29:67-93.
- Henríquez, A. y S, Inchaustegui. (1989). *Memorias del Primer Congreso Dominicano sobre la Enseñanza de la Biología a Nivel Medio*. República Dominicana: Ed. Amigo del Hogar. Pp 10
- Hernández, H. García, A. Álvarez, F. y Ulloa, M. (2001). *Enfoques Contemporáneos para el Estudio de la Biodiversidad*. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. México. Pp 413.
- Hernández, I. (2009). El docente investigador en la formación de profesionales “*Revista Virtual Universidad Católica del Norte*”. No. 27. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1942/194215432011.pdf>
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. (4ª Edic). México: Mc Grall Hill.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2009). *Metodología de la investigación*. México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª Edic). México: McGrall Hill.
- Heywood, V. y Watson, R. (1995). *Global biodiversity assessment*. UNEP. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. The Ontario Institute for Studies in Education, Toronto (Canadá).
- IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR. (2002). *Sistema de Información Ambiental de Colombia & SIAC- Primera generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia.*, ISBN 958-8067-08-1.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC-ISO 4772. (2000). Calidad del Agua. Detección y recuento de *E. coli* y Bacterias coliformes parte I. Método de Filtración por Membrana. Bogotá.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Estudio Nacional de aguas., Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

Izquierdo, M., Sanmartí, N., y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias, No. 1, Vol. 17*, pp. 45-59.

Koneman, E. y Allen, S. (2008). Koneman: Diagnostico microbiológico. Editorial Médica panamericana SA. Sexta edición. Buenos Aires, Argentina. Pp 1691.

Lazarowitz, R. y Tamir, P. (1994). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. De Jong, o. Utrech University. csme, Department of chemical education. Recuperado de: www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21536/21370

López, A y Tamayo, O. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Manizales, Colombia. Revista *Latinoamericana de Estudios Educativos Vol. 8. Núm. 1. Pp. 145-166.* Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/1341/Resumenes/Resumen_134129256008_1.pdf

López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. XII *revista de Educación* Universidad de Huelva.

López, J. (2008). La columna de Winogradsky: Un ejemplo de microbiología básica en un laboratorio de educación secundaria. Revista *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. Vol. 5. Núm. 3. PP. 373-376.* España.

- López, J. Castillo, F. y Salavert M. (S,F) Técnicas de identificación. Recuperado de:
<http://media.axon.es/pdf/65248.pdf>
- Loss, R., Fontes, M., Reginatto, V., y Vasconcellos R. (2012). Biohydrogen production by a mixed photoheterotrophic culture obtained from a Winogradsky column prepared from the sediment of a southern Brazilian lagoon. *Revista Renewable Energy*. Universidad Federal de Santa Catarina, Brazil.
- Luzuriaga, L. (1971). *Pedagogía*. Ed. Losada. Buenos Aires.
- Madigan, M. Martinko, J. Dunlap, P. y Clark, D. (2009). *Biología de los microorganismos*. Pearson Education, S.A. Duodécima edición. Madrid, España. Pp 1296
- Madigan, M. Martinko, J. Parker, J. Brock, T. Rodríguez, C. y Sánchez, M. (2004). *Biología de los microorganismos*. Pearson Educación, S.A. Décima edición. Madrid, España. Pp 1011
- Malajovich, M. (S.f). *Guías de actividades*. Guía 28. *Biotecnología: enseñanza y divulgación*. Recuperado de
https://bteduc.com/guias_es/28_Analisis_de_la_columna_de_Winogradsky.pdf
- Maragakis, L. Chaiwarith, R. Srinivasan, A. Torriani, F. Avdic, E. Lee, A. Ross, T. Carroll, K. y Perl, T. (2009). *Sphingomonas paucimobilis* Bloodstream Infections Associated with Contaminated Intravenous Fentanyl. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. (15). Recuperado de: <https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/15/1/pdfs/08-1054.pdf>
- Margulis, L y Dorian, S. (1986) *Microcosmos*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Martínez, C. y Caurín, M. (2013). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana. *Revista perfiles educativos*.
- Martínez, C. y Murillo, F. (2014). Programas para la realización de Modelos Multinivel. Un análisis comparativo entre MLwiN, HLM, SPSS y Stata

- Martinez, M. y Ovalle, A. (2013). *Sphingomonas paucimobilis*. *Rev. chil. infectol.* vol.(30)
 Recuperado de :
https://www.researchgate.net/publication/256185319_Sphingomonas_paucimobilis
- Mcneely, J. Miller, K. Reid, W. Mittermeier, R. y Werner, T. (1990). Conserving the world's
 biological diversity. IUCN. Gland, Suiza. pp. 7-36
- Microbial Community of Winogradsky Columns. *PLoS ONE* 10(8): e0134588.
 doi:10.1371/journal.pone.0134588
- Ministerio de Educación Nacional. (2005). Ser maestro hoy: El sentido de educar y el oficio
 docente. Revista: *Revolución educativa: Al Tablero No 34*. Bogotá, Colombia. 20 pp.
 Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalues-31232_tablero_pdf.pdf
- Mittermeier, R., Robles, G.; Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C., Lamoureux, J.,
 Da Fonseca, G. (2004). Hotspots Revisited. CEMEX, Mexico City.
- Mollinedo, M. y González, C. (2014). Bacterias Gram Negativas. *Revista de Actualización Clínica
 Investiga*. Scielo. Vol 49. La Paz, Bolivia. Pp. 2609-2613.
- Montaño, N. Sandoval, A. Camargo, S. Sánchez, Juan. (2010). Los microorganismos: pequeños
 gigantes. Revista *Elementos: Ciencia y cultura*. Vol. 17, N°. 77. pp. 15-23 Benemérita
 Universidad Autónoma de Puebla México
- Montoya, H. (2008). Microbiología básica para el área de la salud y afines. Editorial Universidad
 de Antioquia. Segunda edición. Colombia. Pp 282
- Montoya, Y. y Aguirre, N. (2009). Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables.
 Revista *gestión y ambiente* Vol 12 N°. 3, Medellín pp 85-106.
- Moreira, M. Greca, Il. y Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la
 enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. En Revista *Brasileira de Pesquisa em*

- Moreno, J. Gorriti, M. Flores, M. y Albarracín, V. (2012). Microbiología ambiental y ecología microbiana en el estudio de microorganismos en ambientes extremos. *Revista Reduca. Vol 5*. Pp 94-109.
- Moreno, J. Moral, R. García, J. Pascual, J. Bernal, M. (2014). Aspectos biológicos de la digestión anaerobia. Procesos de biotransformación de la materia orgánica. De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad. Compostaje, Red Española. Ediciones Mundi-Prensa. Pp. 319
- Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia*. Ed. Anthropos. Barcelona.
- Morrone, J. Espinosa, D. Fortino, A. y Posadas, P. (1999). *El arca de la biodiversidad*. UNAM. México.
- Moscovici, S. (1985). *Psicología social, V. I. Influencia y cambio de actitudes Individuos y grupos*. Madrid: Paidós.
- Myers, N. (1988). Threatened biotas: "Hotspots" in tropical forests. *Environmentalist*. 8, pp. 187-208
- Nateras, M. (2005). La importancia del método en la investigación. *Revista Espacios Públicos, vol. 8, N° 15*, pp. 277-285 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México
- Negrón, M. (2009). *Microbiología Estomatológica. Fundamentos y guía práctica*. Editorial Panamericana. 2ª Edición. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=Gxmui-vjZBgC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Olembo, R. (1991). Importance of microorganisms and invertebrates as components of biodiversity.
- Oliart, R. Manresa, A. y Sánchez, M. (2016). Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico. *Biocología y Ciencias Agropecuarias. Revista CienciaUAT. Vol. 11, N° 1*. Ciudad Victoria, México.
- Orellana, A. (2008). *Estrategias en Educación*. Venezuela. Ediciones Mc. Graw Hill.

Orozco, C. Pérez, A. Gonzáles, M. Rodríguez, F. y Alfayate, J. (2005). Contaminacion Ambiental.

Una vision desde la Quimica., Tercera edición, Thomson Editoriales Spain Paraninfo, S.A.

Ortiz, G. (2005). *Posibles focos de la microbiota de la piel de los estudiantes de noveno semestre del programa de Licenciatura en Ciencias naturales y educación ambiental de la Universidad Surcolombiana*. (Proyecto de investigación como requisito para la asignatura de seminario de investigación). Universidad Surcolombiana.

Otero V, (2011). *Aislamiento, selección e identificación de actinomicetos, bacterias fotosintéticas no sulfurosas y bacterias ácido-lácticas con potencial Biofertilizante, a partir de suelos asociados al cultivo de plátano en la Costa Atlántica Colombiana*. Tesis para optar al título de Magíster en ciencias-Microbiología. Universidad Nacional de Colombia.

Paerl, H. Dyble, J. Mosainder, P. Noble, R. Piehler, M. Pinckney, S. Twomey, L y Valdes, L (2003). Microbial Indicators of Aquatic Ecosystem Change: Current Application to Eutrophication Studies. FEMS, Microbiology Ecology N^o 46 Pp 233-246

Pahissa, A. Infecciones producidas por *Staphylococcus aureus*. Marge Books. Primera edición. pp208.

Pantoja, J. y Covarrubias, P. (2013). La Enseñanza de la Biología en el Bachillerato a partir del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Revista *Perfiles Educativos*. Vol 15, N^o 139. IISUE-UNAM. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/>

Parks, S. (2015). Microbial Life in a Winogradsky Column: From Lab Course to Diverse Research Experience †. Biology Department, Georgia State University, Atlanta. *Journal of Microbiology & Biology Education*. p. 82-84 DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.847>

Parra, F. (2015). *Los microorganismos un mundo por descubrir, una estrategia de aula para desarrollar habilidades científicas para estudiantes de ciclo dos*. (Tesis de Maestría) Recuperado de: <http://bibliotecas.unal.edu.co/>

- Pedraza, H. (2013). MICOTERAPIA guía de hongos para la salud. Tesis de grado en modalidad de herramienta pedagógica. Universidad nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11550/7/Anexo%20Micoterapia.2013.pdf>
- Perales, F. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. Enseñanza de las Ciencias.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. Revista *Electrónica Educare*, vol. XV, N° 1. pp. 15-29. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Pérez, J. Pérez, I. y Ojeda, G. (2006). La Enseñanza de las Ciencias Biológicas en la Universidad SABER. Revista *Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, vol. 18, núm. 2. pp. 234-240 Universidad de Oriente Cumaná, Venezuela.
- Pérez, M. (2015). *Análisis microbiológico de alimentos preparados en la vía pública en los alrededores de la Universidad Surcolombiana mediante el estudio de coliformes*. (Tesis de pregrado) Neiva. Universidad Surcolombiana.
- Perry, R. (1992). Perry Manual del ingeniero químico. Sexta edición. Editorial MacGraw-Hill. Recuperado de: https://www.academia.edu/25306420/Perry_Manual_del_ingeniero_químico_Tomo_II_6a_ed._?ends_sutd_reg_path=true
- Pibernat, I. García, L. Abella, C. (1991). Descripción d'un model experimental de columna de Winogradsky. Parámetros físics i químics. Revista *Scientia gerundensis*. Instituto de ecología acuática. Girona, España.
- Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. Universidad Complutense de Madrid. Revista *Estudios de Sociolingüística Vol 3 N° 1*. pp. 1-42.

- Porlán, R. Martín del Pozo, R. Martín, J. y Rivero, A. (2001). La relación Teoría-Práctica en la formación del profesorado. Sevilla: Díada.
- Potavov, P; Yaroshenko, A; Turubanova, S; Dubinin, M; Laestadius, L; Thies, C; Aksenov, D; Egorov, A; Yesipova, Y; Glushkov, I; Karpachevskivskiy, M; Kostikova, A; Manisha, A; Tsybikova, E & Zhuravleva, I. (2008). Mapping the world's intact forest landscapes by remote sensing. *Ecology and Society* 13, 51
- Pozo, J y Carretero, M (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas, ¿Qué cambia en la enseñanza de las ciencias? *Infancia y aprendizaje*.
- Pozo, J. (1993). "Estrategias de aprendizaje", en César Coll, Jesús Palacios y Álvaro Marchesi (comp.), *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*, Madrid, Alianza, pp. 199-221.
- Pulido, R. (2006). Representaciones sociales acerca de los microorganismos en estudiantes de Licenciatura en Biología. *Revista teΔ (Tecné, Episteme y Didaxis) N° 19*. pp 17-97
- Rodríguez, E. y Jiménez, J. (2015). Factores relacionados con la colonización por *Staphylococcus aureus*. *Revista Iatrevia*. Vol 28, N° 1. Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia.
- Rodríguez, M. (2000). Presentación: Estado actual y nuevas direcciones en el estudio del cambio conceptual. *Tarbiya* N° 26. Revista de investigación e innovación educativa. Universidad Autónoma de Madrid.
- Rodríguez, M. (2013). *Unidad didáctica para la enseñanza de la microbiología en el aula*. (Trabajo para optar al título de Licenciado en Biología). Universidad Pedagógica Nacional.
- Rogan, B; Lemke, M; Levandowsky, M & Gorrell, T. (2005) Exploring the Sulfur Nutrient Cycle Using the Winogradsky Column, Artículo publicado en *The American Biology Teacher*. Vol 67 August 2005 DOI: 10.2307/4451860.

- Roldan, G. y Ramírez, J. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Universidad de Antioquia.
- Rozo, C. (2010) Recurso que propicia el aprendizaje significativo sobre diversidad y ecología microbiana en estudiantes de grado cuarto (4º) del colegio Champagnat de Bogotá *Biografía*. Vol 4 Recuperado de: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/576/1713>
- Ruiz, F. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. Universidad de Caldas. Revista *Latinoamericana de Estudios Educativos. Colombia. Vol 3, N° 2*. pp 41-61
- Salazar, E. y Nieves, B. (2005). *Acinetobacter* spp.: Aspectos microbiológicos, clínicos y epidemiológicos. Recuperado de <https://medicina.ufm.edu/wp-content/uploads/2017/03/Acinetobacter.pdf>
- Samboni, N. Carvajal, Y. Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Revista *Ingeniería e investigación Vol. 27 N° 3*. pp 172-181. Universidad Del Valle Colombia.
- Sanderson, E; Jaiteh, M; Levy, M; Redford, K; Wannebo, A & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *Bioscience* 52, 891–904
- Sarramona, J. y Fernández, A. (1978). *LJEducació*. Ed. Ceac. Barcelona.
- Sasaki, T. Kikuchi, K. Tanaka, Y. Takahashi, N. Kamata, S. y Hiramatsu, K. (2007). Reclassification of phenotypically identified *Staphylococcus intermedius* strains. *Clin Microbiol*.
- Sawyer, C. y McCarty, P. (2001). Química para ingeniería ambiental. 4a edición. Mc Graw Hill: Colombia.
- Shimizu, H. (2015). Bacterias combaten bacterias para conservar alimentos. FAPESP WEEK-CONICET. Corporación científica Brasil-Argentina. Tomado de la página web

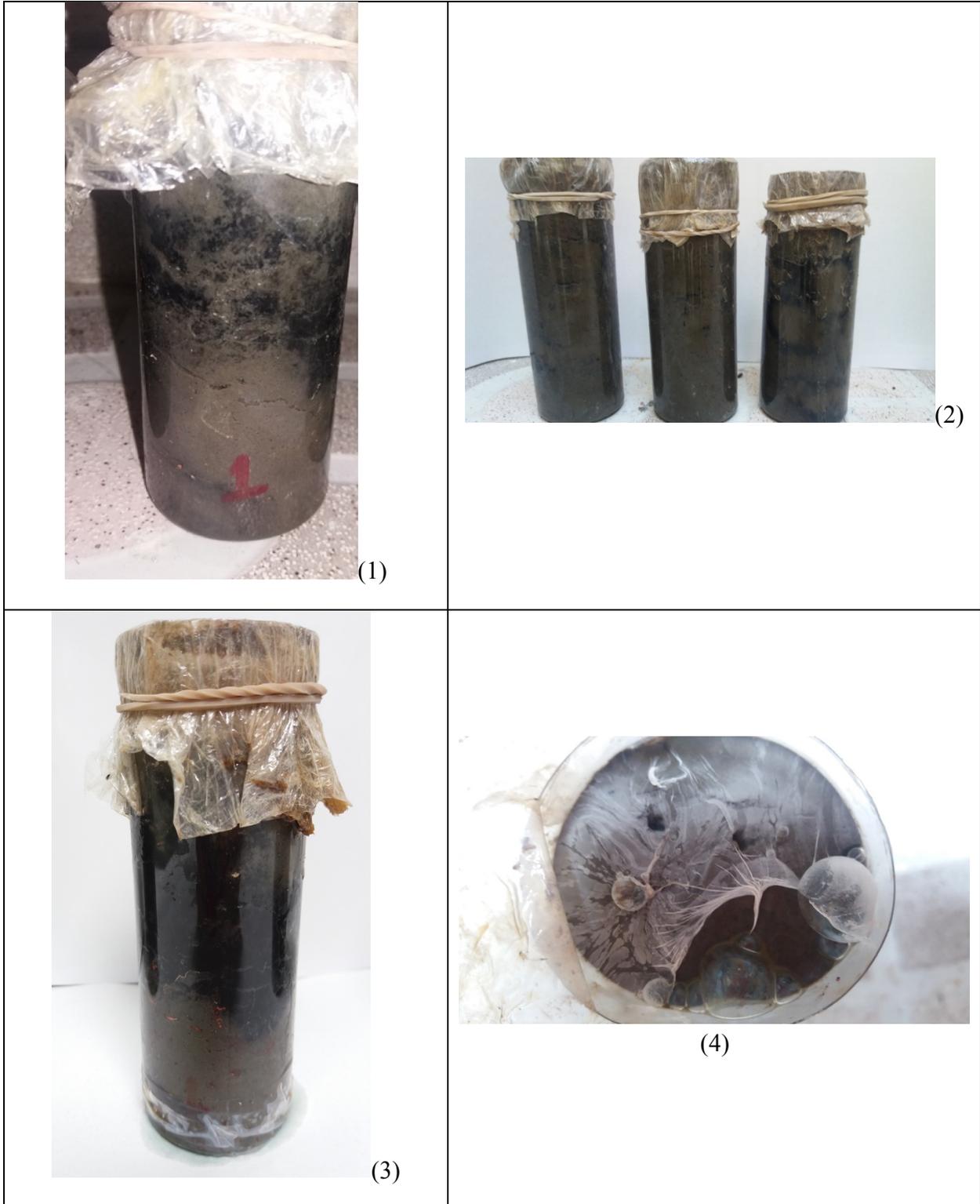
- Sloan, S., Jenkins, C., Joppa, L., Gaveau, D., y Laurance, W. (2014). Remaining natural vegetation in the global biodiversity hotspots. *Revista Biological Conservation*. 177. Pp. 12-24.
- Solbrig, O. (1994). Biodiversity: an introduction. En Solbrig O et al. (Eds) *Biodiversity and global change*. CAB International. Wallingford, EEUU. p. 13.
- Stiles ME (1996). Biopreservation by lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 70: 331-345.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8879414>
- Torrente M; Guevara W. (2014). *Diseño e implementación de situaciones problematizadoras por futuros docentes de ciencias naturales para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estudiantes de un curso de microbiología de la Universidad Surcolombiana*. (Modalidad pregrado). Neiva. Universidad Surcolombiana.
- Tortora, G. Funke, B. Case, CH. (2007). *Introducción a la microbiología*. Novena edición. Editorial médica panamericana. Buenos Aires. Pp. 988
- Uribe, D. (2009). Metagenómica, ¿Una oportunidad para el estudio de la diversidad microbiana en Colombia? Universidad Nacional de Colombia. *Revista Colomb Biotecnol. Vol 11, N° 2*. Pp 4-7
- Urzúa, M. y Rodríguez, D. (2015). Concepciones epistemológicas, de aprendizaje y tecnológicas: Profesores de ciencias experto Vs novato. *Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación*. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de:
http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8172/ev.8172.pdf
- Valbuena, E. Castro, A. y Sierra, C. (2006). El conocimiento biológico desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor de Biología. En *Memorias del 2° Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. Neuquén, Argentina.

- Varela, G y Grotiuz, G. (Ed). (2008) *Fisiología y metabolismo bacteriano*. Temas de bacteriología y virología médica.
- Vargas, A. y Rodríguez, H. (2016) “*Análisis bacteriológico de fómites en la sede central de la Universidad Surcolombiana*” (Tesis de pregrado). Neiva, Facultad de Educación. Universidad Surcolombiana.
- Vargas, T. y Villazante, L. (2014). Clasificación de los Microorganismos. Revista de *Actualización Clínica Investiga*. Scielo. Vol 44. La Paz, Bolivia. Pp. 2309-2313.
- Velásquez, L. (1979). Laboratorio Columna de Winogradsky. Departamento de Biología. Facultad de ciencias y humanidades. Universidad de Antioquia. *Actualidades biológicas*, Vol. 8. N. 27-28.
- Vidal, R. Suárez, A. Gómez, R. y Ramírez, D. (1994). Ecología de aguas continentales. Prácticas de limnología. Secretariado de publicaciones. Universidad de Murcia. Pp. 266.
- Vilanova, S. García, M. y Señorino, O. (2007). Concepciones acerca del aprendizaje: diseño y validación de un cuestionario para profesores en formación. Revista *Electrónica de Investigación Educativa*, Vol 9, N°.2. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol9no2/contenido-vilanova.html>
- Wetzel, R. (1984). Detrital dissolved and particulate organic carbon functions in aquatic ecosystems. *Bulletin of Marine Science* 35: 503-509
- Wilson, E. (1997). Introduction. En Reaka M et al. (Eds.). *Biodiversity II*. Joseph Henry Press. Washington DC, EEUU. pp. 1-3.
- Yasa, I; Hilal, Ç; Koçyigit, A & Öztçurk, T. (2006). Enrichment and Isolation of Anoxygenic Phototrophic Bacteria in Winogradsky Column. *Ege university press. E.U Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* Volume 23 page 71-73

- Young, B. Josse, C; Stem, M, Vasconez, S; Olander, J; Sánchez, A; Zador, M; Smyth, R; Comer, P; Moull, K; Echavarria, M & Hak, J. (2015). HotsPots de Biodiversidad de los Andes Tropicales. Preparado por NatureServe y EcoDecisión. Tomado de Critical Ecosystem: Partnership Fund.
- Zavarzin, G. (2006). Winogradsky and Modern Microbiology. *Microbiology, Vol. 75, No. 5*, pp. 501–511. Pleiades Publishing, Inc.

12. Anexos

Anexo 1 Fotografías





(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)



(13)



(14)



(15)



(16)



(17)



(18)



(19)



(20)



(21)



(22)

Anexo 2. Cuestionario

**DIAGNÓSTICO DE LA ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGÍA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE MICROBIOLOGÍA
DIVERSIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA LAGUNA DEL PARQUE JARDÍN BOTÁNICO DE NEIVA A TRAVÉS DE LA COLUMNA DE WINOGRADSKY Y SU APLICABILIDAD EDUCATIVA CON FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.**

El presente cuestionario tiene como fin conocer algunas de tus ideas sobre la enseñanza, aprendizaje, evaluación y dificultades de las Ciencias Naturales específicamente del área de Microbiología. Los datos recolectados serán empleados únicamente con fines investigativos y por ende no tiene ninguna implicación evaluativa en el seminario.

Nombre o pseudónimo: _____ Fecha: _____

Como profesores en el área de ciencias naturales se requieren solventar dificultades presentadas en el área de la microbiología para lo cual se abordará la enseñanza de diversidad microbiológica en la unidad temática “*metabolismo microbiano*”.

A Continuación, encontrarás unas situaciones que deberás responder de manera argumentada y sincera.

1. ¿Qué sabes sobre microorganismos? Explícalo y represéntalo con un dibujo.

2. Menciona 5 características de los microorganismos con respecto a.

Morfología	Características de los microorganismos: - - - - -
-------------------	--

Fisiología	Características: - - - - -
Ecología y medio ambiente	Características: - - - - -
En el área de la salud	Características: - - - - -
En la industria alimentaria	Características: - - - - -

3. Sara invita a comer a Juliana en su casa, de bebida acompañante toman una cerveza, ellas sin intención dejan un envase con un poco de cerveza cerca a la ventana, días después encuentran que han aparecido unas grandes manchas oscuras, así que desean averiguar que creció allí ¿cómo ayudarías a Sara y a Juliana en esta tarea?

4. ¿Qué sabes sobre la columna de Winogradsky?

5. Juan encuentra que en el queso de hace unos días han crecido unas colonias, este fenómeno le genera curiosidad, pues desea saber si estos microorganismos crecen en otros alimentos, para ello ensaya en una mortadela que deja en su nevera, luego ensaya con una naranja que deja en su patio y así sucesivamente con alimentos de la cocina en diferentes lugares, al pasar los días observa que en algunos alimentos crecieron colonias y en otros no.

¿Por qué consideras que crecen colonias en algunos alimentos y en otro no?

¿Todas las colonias de microorganismos que crecieron en los alimentos son iguales, por qué?

6. ¿Consideras que es importante la enseñanza de la microbiología en los colegios? ¿por qué?

7. Imagina que estás en una Institución educativa dando una clase de microbiología, para ello. ¿Qué materiales o actividades emplearías para el desarrollo de la clase?

¿Cómo llevarías a cabo la realización de la clase?

¿Por qué harías la clase de microbiología e implementarías las actividades?

8. ¿Consideras que si se realizaran las prácticas extramuros o salidas de campo facilitan la enseñanza-aprendizaje en la construcción de conocimientos sobre el área de la microbiología? ¿Cuáles y por qué?

Anexo 3. Consentimiento Informado

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES: FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLOGÍA

INVESTIGACIÓN: Diseño, implementación y evaluación de una secuencia didáctica por futuros docentes de Ciencias Naturales para solventar algunas dificultades en la enseñanza de la diversidad microbiológica en el curso de Microbiología de la Universidad Surcolombiana, Huila (Colombia).

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO FUNDAMENTADO

El presente proyecto de investigación requiere de la participación de futuros profesores de Ciencias Naturales. En este contexto lo invitamos a participar de manera voluntaria a la realización de cuestionarios, uso de algunas herramientas audiovisuales, así como de algunas salidas de campo.

Con esta investigación se espera dar aportes para enriquecer la formación de profesores de Ciencias Naturales.

Sus respuestas serán confidenciales y en los resultados de la investigación utilizaremos un seudónimo, su uso será exclusivamente de carácter investigativo, por tanto, no implicará consecuencias académicas o evaluativas sin el consentimiento del docente.

Si usted tiene preguntas sobre el proyecto, puede ponerse en contacto con Dahiana Marlen Rivera Cedeño²; María Camila Trujillo Bohada¹; Fabián Hernando Rojas Duarte³; Jonathan Mosquera y Elías Francisco Amórtegui

correos [1mariawayra@gmail.com](mailto:mariawayra@gmail.com) , [2u20131120004@usco.edu.co](mailto:u20131120004@usco.edu.co), [3fabian_21rojas@hotmail.com](mailto:fabian_21rojas@hotmail.com)

Si está de acuerdo con lo anteriormente planteado, le solicitamos firmar este documento como manifestación de su consentimiento para participar de manera voluntaria aportando la información solicitada para el estudio.

Firma del participante

Director del proyecto

Fecha

Fecha

Anexo 4. Guía 1

Componente Microbiología
Universidad Surcolombiana - Facultad de Educación
Profesores: María Camila Trujillo – Dahiana Marlen Rivera - Fabian Hernando Rojas

Nombre: _____

“Pequeños gigantes” Explorando un mundo ecológico.

1. Lee y diligencia el cuestionario de manera argumentativa, este será entregado por los profesores a cargo.

Actividad 1: Leer la situación problematizadora el “**El misterioso Halo naranja**”, luego responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál sería el fallo de los estudiantes en cuanto a la inoculación o siembra de la muestra? ¿Por qué?

- ¿Qué factores de crecimiento o ambientales se debieron tener en cuenta al aplicar la siembra? Argumenta la respuesta.

- ¿Qué crees que hubiese sucedido, si los estudiantes utilizaron otros medios de cultivo? Argumenta la respuesta.

- ¿Consideras que la coloración naranja es debido a sustancias existentes en el ambiente o el agua? ¿Por qué?

Actividad 2: En tu respectivo grupo realiza la lectura “**La ecología microbiana se hace mayor de edad**”, Seguidamente responder las siguientes preguntas:

- ¿A qué crees que hace referencia el título la ecología microbiana se hace mayor de edad?

- ¿De qué manera crees que contribuyen los microorganismos en el equilibrio de la naturaleza? Imagina y plantea como sería un mundo sin microorganismos.

La Ecología Microbiana se hace mayor de edadRicardo Guerrero¹ y Mercedes Berlanga²¹Departamento de Microbiología, Universidad de Barcelona²Departamento de Microbiología y Parasitología Sanitarias, Universidad de Barcelona

E-mail: guerrero@retemail.es

If I could do it all over again, and relieve my vision in the twenty-first century, I would be a microbial ecologist. [...]. La ecología microbiana se desarrolla como disciplina independiente sólo durante la segunda mitad del siglo XX. El primer libro de texto con el nombre de ecología microbiana (*Principles of Microbial Ecology*) fue publicado en 1966 por Thomas D. Brock (nacido en Cleveland, Ohio, en 1926). No obstante, el concepto y bases metodológicas de la ecología microbiana estaban ya presentes en las investigaciones pioneras de Martinus Beijerinck (1851-1931), Sergei Winogradsky (1856-1952) y otros microbiólogos a finales del siglo XIX. La ecología microbiana ha demostrado que los principios ecológicos generales son aplicables a los microorganismos y que estos principios pueden integrarse en los actuales paradigmas ecológicos. Los procariotas son miembros esenciales de la biosfera, componentes indispensables de los ecosistemas, que hacen posible el funcionamiento de todos los ciclos biogeoquímicos. Todos los seres vivos de la Tierra dependen de la vida procariótica. Los procariotas están presentes en todos los lugares en los que puede existir vida, ocupando un amplio abanico de condiciones ambientales, desde aquellos ambientes en que se dan las condiciones "ideales" para el crecimiento (ideales, obviamente desde el punto de vista de los "macroorganismos"), hasta los ambientes extremos (impensables para las formas "más evolucionadas", es decir, más recientes).

La ubicuidad de los microorganismos se basa en tres características principales: su tamaño pequeño, que les permite una gran capacidad de dispersión, su variabilidad y flexibilidad metabólica, que les permite tolerar y adaptarse rápidamente a condiciones ambientales desfavorables, y su plasticidad genética (o gran capacidad de transferencia horizontal de genes), que les permite recombinar y recolectar los caracteres positivos y persistir durante largo tiempo adaptándose a condiciones ambientales cambiantes. Independientemente de la constante relación "rechazo" (enfermedad, degradación)-"dependencia" (utilización de microorganismos para fabricar productos, queso, cerveza, antibióticos, enzimas, etc.) entre los humanos y los microorganismos, este grupo de

organismos "invisibles" representan un vasto terreno inexplorado de conocimiento y diversidad biológicas. Sin el conocimiento de los microorganismos la biología sería mucho más limitada, no sabríamos que hay vida en condiciones de temperatura, salinidad o pH extremas, la fotosíntesis solamente sería aerobia y oxigénica y los seres vivos más longevos no superarían (como las secuoyas) los mil años de edad.

Es tarea de la ecología microbiana investigar el papel de los microorganismos en la naturaleza. En el pasado, la ecología microbiana estaba fragmentada en muchas disciplinas distintas, tales como la microbiología del suelo, la microbiología de los alimentos, la microbiología marina, etc. Sin embargo, ahora se intenta integrar todos estos campos en una visión unificada y unificadora. Un ejemplo fue el simposio internacional sobre "Nuevas Fronteras en Ecología Microbiana" que se celebró del 11 al 13 de diciembre del 2001 en Barcelona, patrocinado por la Fundación Ramón Areces. Las principales conferencias que se presentaron en el Simposio se recogen en el número de diciembre de 2002 de INTERNATIONAL MICROBIOLOGY. Los artículos publicados tratan de bioterrorismo

(R. M. Atlas, actual presidente de ASM), interacciones entre los microorganismos y las plantas (E. Montesinos *et al.*), ecosistemas mínimos (R. Guerrero *et al.*), biorremediación de petróleo (Y. Cohen), microbios marinos (C. Pedrós-Alió y R. Simó), transformación del arsénico y el

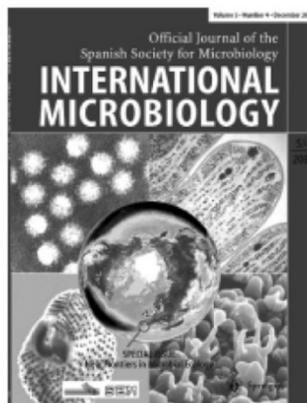


Figura 1. Portada del número de International Microbiology de Diciembre de 2002.

selenio (J. F. Stolz *et al.*), bacterias magnetotácticas (D. Schüler), estudio de los microorganismos litobióticos antárticos (C. Ascaso y J. Wierzbos), y la búsqueda de vida en Marte (K. H. Nealson *et al.*).

El campo de la ecología microbiana ha experimentado cambios revolucionarios en estos últimos años, debido al impacto de las nuevas tecnologías de la biología celular y molecular. "*Microbial Ecology and Genomics: a crossroads of opportunity. A report from the American Academy of Microbiology*" (publicado recientemente y editado por David A. Stahl y James M. Tiedje), recoge los objetivos y discute la aplicación de la genómica para mejorar y profundizar en el conocimiento de la ecología microbiana básica (relaciones microorganismos-ambiente), y aplicada (salud, agricultura, control de la contaminación, biorremediación, etc.). Los microorganismos constituyen el principal componente de biodiversidad, pero se requiere unas herramientas (avances tecnológicos e intelectuales) apropiadas para cuantificar esta diversidad, tanto en "modelos" como en las comunidades naturales. La evaluación de la diversidad (microorganismos presentes), de la distribución (heterogeneidad espacial y temporal de las comunidades en su ambiente), y de la actividad (funciones de los microorganismos) han estado limitados durante muchos años al estudio de la microbiota que puede ser cultivada en el laboratorio (cultivos axénicos). Las técnicas de enriquecimiento y aislamiento de microorganismos establecen unas condiciones ambientales artificiales que sólo permite el desarrollo de unos pocos microorganismos, los más aptos para este ambiente fabricado. Sin embargo, estas "condiciones" son resultado de la habilidad, persistencia y suerte del investigador. No debe sorprendernos, pues, que la vasta inmensidad del mundo microbiano permanezca incultivable. No debería sorprendernos, tampoco, que la mayor parte de los procesos de biorremediación en medios naturales se deban a microorganismos "naturales", es decir, presentes previamente en el medio, y no a cepas de laboratorio.

En 1986, dos artículos fueron el detonante de una nueva era en el estudio de la ecología microbiana, uno de Olsen *et al.* [*Annu. Rev. Microbiol.* **40**:337-365], y el otro de Pace *et al.* [*Adv. Microbial Ecol.* **9**:1-55]. Estos artículos proponían una metodología que liberaba a la microbiología de la "esclavitud" del cultivo en placa. La nueva técnica se basaba en que los organismos podían ser detectados y potencialmente identificados *in situ*, basándose solamente en su rRNA, detección que se extendía incluso a aquellos microorganismos que no habían sido aislados en cultivo axénico. En los últimos diez años del siglo XX ha habido un



Figura 2. "Nature vs. Culture", o la efectividad de las poblaciones autóctonas.

aumento exponencial del número de secuencias de rRNA detectadas en muestras ambientales sin necesidad de cultivar los microorganismos. Esta explosión de resultados se debe al desarrollo de la técnica de la PCR. Aunque las técnicas moleculares en ecología microbiana normalmente implican la manipulación o identificación de DNA o RNA, de hecho, esas técnicas moleculares abarcan la detección o manipulación de cualquier constituyente molecular de la célula (es decir, no sólo los ácidos nucleicos "enteros", sino también los nucleótidos [ATP, NAD, GTP, etc.], proteínas, lípidos, polisacáridos, y sus posibles combinaciones).

Los avances en el conocimiento del mundo natural van normalmente precedidos de alguna innovación tecnológica que permite medir u observar algo nuevo, o bien realizar nuevos planteamientos experimentales, previamente imposibles. Las técnicas moleculares son las herramientas, los medios que nos permiten estudiar la composición, fisiología y filogenia de las comunidades microbianas. Sin embargo, esas técnicas deben estar conectadas con la historia natural de los microorganismos.

La información genética proporciona la vía de acceso a aquellas criaturas que son difíciles de cultivar en el laboratorio. La "secuenciación del mundo microbiano" permitirá el descubrimiento de nuevos microorganismos, de sus funciones y de sus interacciones. El DNA se puede obtener de los microorganismos vivos o muertos, así como de aquéllos no cultivables; la obtención de DNA constituye el vehículo para determinar la presencia de un organismo y su relación genética con otros. La biología molecular, como insiste el documento (*Microbial Ecology and Genomics*) que estamos comentando, permitirá descubrir qué microorganismos tienen determinados genes necesarios

para un particular ambiente y cómo estos genes les permiten adaptarse a otros hábitats menos usuales; proporcionará la base para predecir qué características deberá tener un nuevo microorganismo basándonos en las actividades (genes) de sus vecinos, porque, como observó G. Evelyn Hutchinson (1903-1991), los actores (microorganismos) pueden cambiar de un teatro (hábitat) a otro, pero la representación en el escenario (procesos fisiológicos) será igual para la misma obra (un ambiente determinado, unas relaciones específicas).

La secuenciación ha revelado una insospechada plasticidad genética entre las denominadas "especies" microbianas. En la actualidad se acepta que el intercambio horizontal de DNA puede ser la principal fuerza de innovación bioquímica y de adaptación y tolerancia a ambientes cambiantes. Los taxones básicos de la sistemática (especies, géneros, familias) no sirven para los procariotas, donde la transferencia horizontal de genes y los mecanismos de especiación son variados y complejos. Un ejemplo claro es la comparación de la información genética de dos conocidas cepas de *Escherichia coli*: la cepa K-12 habitual y la patógena O157:H7. El genoma de la primera tiene 4,6 Mb y el de la segunda 5,5 Mb. Comparten una secuencia de aproximadamente 4,1 Mb, que es equivalente a 3.574 proteínas codificadas. La cepa patógena codifica 1.387 nuevos genes (!), que han sido adquiridos por transferencia horizontal. Es decir, que consideramos dos cepas de una misma especie a una que tiene un 134% más de DNA que la otra. Debido a la importancia evidente de la transferencia génica en la evolución microbiana, es imprescindible determinar los factores que influyen en la frecuencia y transferencia de unos genes determinados, qué tipo de genes rompen la barrera de las "especies", y si son todos potencialmente transferibles.

Desde el inicio de la secuenciación de los genomas celulares en julio de 1995 (publicación del genoma de *Haemophilus influenzae*), hasta diciembre de 2002 (publicación del genoma del ratón), se han publicado unos 80 genomas completos, incluido el humano. La descripción y aplicación de una amplia variedad de técnicas moleculares en el estudio de los microorganismos de muestras ambientales queda reflejado por la voluminosa bibliografía publicada, y esta situación induce a pensar que los procedimientos son rutinarios y los resultados incuestionables. Sin embargo, es imprescindible comprobar y optimizar las técnicas para estar seguros de que los resultados son fidedignos y consistentes. Tanto los investigadores experimentados como los nove-

les deben conocer las limitaciones de las técnicas empleadas para evitar interpretaciones incorrectas de los resultados. En la base de datos del GenBank hay disponibles aproximadamente 5000 secuencias de 16S rRNA de bacterias no identificadas; en algunos casos, se tardará tiempo en necesitar repetir las y refrendarlas; es por tanto imprescindible que estos datos se correspondan con la realidad. Un ejemplo ilustrativo es el caso de dos secuencias casi idénticas (99,8 % de similitud) de dos β -proteobacterias, una aislada de un sedimento marino [Rochelle *et al.* (1994) *FEMS Microbiol. Ecol.* **15**:215-226] y otra de un absceso dental [Dymock *et al.* (1996) *J. Clin. Microbiol.* **34**:537-542], realizadas por dos grupos de investigación distintos, con una diferencia temporal de tres años, pero que en ambos casos utilizaron las mismas soluciones de laboratorio. En 1998, Tañer *et al.* (*Appl. Environ. Microbiol.* **64**:3110-3113) demostraron que estos resultados eran consecuencia de un contaminante común.

La genómica por sí sola no puede representar un cuadro acabado de la realidad biológica. Una de las limitaciones de la aplicación de las técnicas moleculares de muestras ambientales es que los resultados obtenidos frecuentemente son cualitativos y no cuantitativos. Aunque obviamente sí que es útil saber qué hay en una muestra, en microbiología es también importante conocer la abundancia relativa de los diferentes organismos. Otro reto de la biología molecular es poder convertir estas "piezas inanimadas de información" (genes) en conocimiento de la actividad celular. La integración de los estudios tradicionales de fisiología y genética con las técnicas modernas de la genómica ofrece la oportunidad de avanzar en el estudio de la evolución microbiana y entender cómo actúan y controlan la biosfera los microorganismos. La única manera de comprender un genoma es mirar dónde vive este genoma, conocer su hábitat natural y comprender el complejo entramado de interacciones bióticas y abióticas. El ambiente es el contexto en el que evoluciona y funciona un material genético, y el que, en el fondo, determina la supervivencia y forma del genoma. Por tanto, los conceptos básicos y técnicas fundamentales de la ecología microbiana "clásica" continúan siendo útiles. La ecología microbiana, desarrollada a finales del siglo XX, es una herramienta esencial para entender el verdadero significado de los genomas que se descifrarán a principios del siglo XXI.

El famoso entomólogo y padre de la sociobiología Edward O. Wilson, nada sospechoso de ser un "microbial chauvinist", escribió lo siguiente para finalizar su libro autobiográfico *Naturalist* (1994,

Island Press, Washington, p. 364): *«If I could do it all over again, and relieve my vision in the twenty-first century, I would be a microbial ecologist. Ten billion bacteria live in a gram of ordinary soil, a mere pinch held between thumb and forefinger. They represent thousands of species, almost none of which are known to science. Into that world I would go with the aid of modern microscopy and molecular analysis. I would cut my way through clonal forests sprawled across grains of sand, travel in an imagined submarine through drops of water proportionately the size of lakes, and track*

predators and prey in order to discover new life ways and alien food webs. All this, and I need venture no farther than ten paces outside my laboratory building.» Un vasto universo de "vida invisible", todavía inexplorado, será observado en los próximos años. La combinación e integración de la ecología, de la genómica, de la proteómica y de otros estudios moleculares, será la llave que abrirá las puertas del misterio. Pero, como ocurre con cada descubrimiento, esa nueva visión no hará más que cohibirnos al percatarnos, aún más, de la enorme hermosura y diversidad de la naturaleza.

X Premio BIANUAL "Jaime Ferrán", de la Sociedad Española de Microbiología

Se convoca la 10ª edición de este Premio, dotado con 1.200 €, que conlleva la Conferencia inaugural del XIX Congreso Nacional de Microbiología (Santiago de Compostela, Septiembre 2003).

Todos los Socios pueden enviar propuestas de candidatos que reúnan las siguientes condiciones: ser un científico destacado en el campo de la Microbiología, con edad no superior a 40 años y

ser Socio de la SEM.

Las propuestas de Candidatos deben remitirse a la SEM (Vitruvio 8, 28006 Madrid) adjuntando un breve *curriculum vitae*.

Un jurado nombrado por la Junta Directiva efectuará la selección, al menos cinco meses antes de la celebración.

Fecha límite de recepción de candidaturas: **15 de Febrero de 2003.**

Colecciones antiguas de la revista "Microbiología Española"

Microbiología Española fue la primera revista de la SEM. Empezó siendo editada por el Instituto Jaime Ferrán, del CSIC, y posteriormente pasó a ser coeditada por nuestra Sociedad. Se publicó, con diferentes altibajos, entre 1947 y 1986, con un total de 39 volúmenes y casi 10.000 páginas. Ahora que cada vez vamos haciendo más sitio en nuestras estanterías porque utilizamos la publicación "on line", se corre el peligro de que muchos ejemplares valiosos de la revista de nuestra Sociedad acaben en la papelera y sean reciclados. Aunque no podemos darle la espalda al progreso, ni esperar que nuestros despachos y librerías se expandan como si fueran de goma, debemos pensar que "nuestra" revista, por muy antigua que parezca, tiene, para muchos, un triple valor: histórico, científico y sentimental.

Estamos tratando de averiguar quién conserva ejemplares antiguos de la revista, cuáles son y, si quieren desprenderse de ellos, para hacer sitio, recuperarlos para hacer colecciones lo más completas posibles y depositarlos en las bibliotecas que los quieran. Por ejemplo, la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud, del Instituto de

Salud Carlos III, que está haciendo una magnífica labor para la promoción y visualización de las revistas españolas, y para el suministro de información a los investigadores que lo requieran, desea acoger una colección de **Microbiología Española**, y actualmente no disponemos de ninguna. Se agradecería que las personas o centros que tuvieran ejemplares de la revista, se lo comunicaran al Director de la revista actual, INTERNATIONAL MICROBIOLOGY, Dr. Ricardo Guerrero, bien por correo electrónico (guerrero@retemail.es), o bien por fax (93-3341079). Posiblemente entre los socios más antiguos y centros que ya no quieren la revista, podremos reunir unas cuantas colecciones completas y tratar de depositarlas en bibliotecas científicas, antes de que desaparezcan del todo. Por otra parte, si alguien sabe de alguna colección completa, aunque no quieran donarla, podría decirlo para registrar el dato y proporcionarlo a los investigadores que lo pidan en el futuro. Finalmente, si alguna persona o centro deseara ahora tener una colección completa, podría reunirla por intercambio a través de esta convocatoria.

Anexo 6. Guía 2

Componente Microbiología
Universidad Surcolombiana - Facultad de Educación
Profesores: María Camila Trujillo – Dahiana Marlen Rivera – Fabian Hernando Rojas

Nombres: _____

“Pequeños gigantes” Explorando un mundo ecológico.

Actividad 1: Socializar la lectura “Winogradsky y la quimiolitotrofia” y responder las siguientes cuestiones.

- Explica la oxidación del siguiente proceso $H_2S \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$

Actividad 2: Lee la situación problema “Bacterias trabajadoras de metales” y responde los siguientes interrogantes.

- ¿Cómo consideras que actúan las bacterias extremófilas sobre los metales?

- ¿Qué relación encuentras entre el agua de los afluentes con las bacterias y la maquinaria?

- Teniendo en cuenta la alimentación de los organismos vivos ¿Cómo crees que se alimentan las bacterias extremófilas?

Actividad 3: ¿Realiza un resumen donde menciona cual es el proceso que realizan las bacterias aerobias y anaerobias para la obtención de energía?

Actividad 4: Observa la botella que será entregada por las docentes y detalla las capas formadas, haz un planteamiento acerca del metabolismo (oxidativo o fermentativo) que realizaron los microorganismos sobre el sustrato y los posibles compuestos finales.

Actividad 5: Lee el planteamiento “Un ensayo Novedoso “y responde:

¿Es posible una fermentación? justifica tu respuesta

¿Consideras que cualquier lactobacilo es apto para producir yogurt?

Actividad 6: Según la lectura “**Producción de Biodiesel a partir de microorganismos oleaginosos**” responde:

¿Cuál es el posible metabolismo que utilizarían los organismos, la oxidación o la fermentación?

Anexo 7. Actividad 1

Winogradsky y la quimiolitotrofia

El concepto de autotrofia quimiolitótrofa lo concibió por primera vez el microbiólogo ruso Sergei Winogradsky (Sección 1.9). Winogradsky estudió las bacterias del azufre porque algunas bacterias incoloras del azufre (*Beggiatoa*, *Thiothrix*) son muy grandes (Figura 1) y fáciles de investigar, incluso en ausencia de cultivos puros. Los manantiales de aguas ricas en H_2S son muy comunes en todo el mundo. En el distrito Bernese Oberland de Suiza, se desarrollan poblaciones inmensas de *Beggiatoa* y *Thiothrix* en los desagües de los manantiales sulfurosos. Aquí encontró Winogradsky el material adecuado para los estudios microscópicos y fisiológicos simplemente cogiendo las masas filamentosas blancas de células (Sección 15.4 y Figuras 15.10 y 15.12) y realizando experimentos de campo directamente.

Winogradsky primero demostró que las bacterias incoloras del azufre sólo estaban presentes en aguas que contenían H_2S . A medida que el agua se alejaba de la fuente, el H_2S se disipaba

Por lo tanto, los estudios de Winogradsky sobre *Beggiatoa* proporcionaron la primera prueba de que un organismo podría oxidar una sustancia inorgánica como fuente de energía, lo que supuso el origen del concepto de quimiolitotrofia. A partir de entonces, Winogradsky se dedicó al estudio de las bacterias nitrificantes, en las que demostró que la fijación autótrofa del CO_2 estaba acoplada a la oxidación de un compuesto inorgánico. Ya se conocía el proceso de nitrificación antes del trabajo de Winogradsky por estudios sobre el destino de las aguas residuales que se añaden al suelo. Por ejemplo, al pasar las aguas residuales ricas en amoníaco a través de una columna de suelo, este compuesto se convertía a nitrato. Winogradsky procedió a aislar bacterias nitrificantes utilizando medios de cultivo completamente minerales en los que el CO_2 era la única fuente de carbono y el amoníaco era el único donador de electrones. Como el amoníaco es químicamente estable, resultó fácil

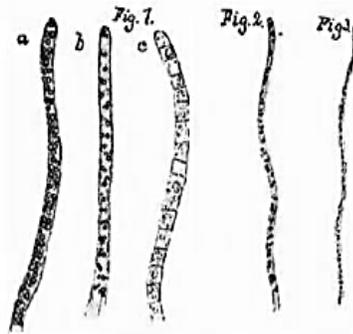


Figura 1 *Beggiatoa* y la quimiolitotrofia. Dibujos realizados por Winogradsky de *Beggiatoa* y traducción (del francés) de la leyenda que acompaña a estas figuras. «Figura 1». Extremo de un filamento de *Beggiatoa alba*: (a) en agua sulfurosa (que contiene sulfuro), (b) después de 24 h en agua sin H_2S , (c) tras 48 h en agua sin H_2S (obsérvese el agotamiento de los gránulos de azufre con el tiempo). Figura 2. Extremo de un filamento de *Beggiatoa media*. Figura 3. Extremo de un filamento de *Beggiatoa minima*. De Winogradsky, S. 1949. *Microbiologie du Sol*. Masson, París.

demonstrar que la oxidación de amoníaco a nitrato, posteriormente, a nitrato, era un proceso estrictamente bacteriano.

Winogradsky demostró además que la nitrificación era un proceso de dos etapas, con un grupo de organismos que convertían el NH_4^+ en NO_2^- y un segundo grupo que convertía el NO_2^- a NO_3^- (Sección 20.12). Como no había sustancias orgánicas en el medio, también resultó posible demostrar que la materia orgánica (el material celular bacteriano) se formaba a partir de CO_2 : cuando se excluía el amoníaco o el nitrato del medio, las células no crecían. Los análisis químicos cuidadosos demostraron que la cantidad de materia orgánica formada por las bacterias era proporcional a la cantidad de amoníaco o nitrato que oxidaban. Winogradsky concluyó: «Esto (proceso) es contradictorio a la doctrina fundamental de la fisiología que afirma que en la naturaleza no puede producirse la síntesis de materia orgánica si no es a través de las plantas con clorofila por la acción de la luz». Así nació el concepto de quimiolitotrofia.

gradualmente y las bacterias del azufre desaparecían. Esto le sugirió que su desarrollo dependía de la presencia de H_2S . Winogradsky demostró después que cuando los filamentos de *Beggiatoa* se mantenían sin sulfuro, perdían los gránulos de azufre. No obstante, encontró que los gránulos se recuperaban rápidamente si se añadía una pequeña cantidad de H_2S (Figura 1). Por tanto, concluyó que el H_2S se estaba oxidando a azufre elemental.

¿Pero qué ocurría con los gránulos del azufre cuando se mantenían los filamentos sin H_2S ? Winogradsky demostró mediante pruebas microquímicas ingeniosas que cuando desaparecían los gránulos del azufre, aparecía sulfato en el medio. Concluyó que *Beggiatoa* (y por extensión otras bacterias incoloras del azufre) oxidaba el H_2S a azufre elemental y posteriormente a sulfato ($H_2S \rightarrow S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$). Como este organismo parecía requerir H_2S para su desarrollo en los manantiales, postuló que esta oxidación era la fuente principal de energía para estos organismos.

Actualmente, sabemos que, al menos en una de las formas, la autotrofia es similar en la mayoría de los quimiolitótrofos y fotótrofos. En ambos grupos, la vía de la fijación del CO_2 sigue las mismas etapas bioquímicas (el ciclo de Calvin), que requieren la enzima ribulosa-bisfosfato-carboxilasa (Sección 20.6). Otros quimiolitótrofos utilizan vías autótrofas alternativas, como el ciclo inverso del ácido cítrico o el ciclo del hidroxipropionato, mecanismos que se descubrieron primero en los fotótrofos anoxigénicos.

Tal como veremos en este capítulo, muchas bacterias y arqueas son organismos quimiolitótrofos, si bien todos emplean la misma estrategia metabólica básica: oxidan el compuesto inorgánico mediante una cadena de transporte de electrones que genera una fuerza protonmotriz. Las distintas formas de quimiolitotrofia son sencillamente variaciones sobre un tema metabólico común descubierto por primera vez por Winogradsky en las bacterias del azufre.

Anexo 8. Salida de campo

SEMINARIO DE MICROBIOLOGÍA

GUIA DE CAMPO EL CÁLIZ DE WINOGRADSKY, UN MUNDO LLENO DE VIDA MARÍA CAMILA TRUJILLO-DAHIANA MARLEN RIVERA-FABIAN HERNANDO ROJAS

Nombre y apellido: _____

Introducción

Las bacterias procariotas y arqueas precisan de una diversidad metabólica que mantiene nuestros ecosistemas girando, transformando los elementos minerales necesarios para el soporte vital del mundo biológico. Para el estudio de estos organismos microscópicos fueron pioneros dos microbiólogos Sergio Winogradsky (1856-1953) y Martinus Willem Beijerinck (1851-1931), quienes, en contraste con Louis Pasteur y Robert Koch, estudiaron las interacciones entre diversos microorganismos desarrollados en comunidades mixtas.

Winogradsky empleó una técnica para aislar los microorganismos de la naturaleza la cual es denominada columna de Winogradsky. Esta columna es un instrumento para el desarrollo de ecosistemas, que nos permite observar el crecimiento y desarrollo de los microorganismos del ambiente, los cuales proliferan del medio acuático y de los sedimentos. De esta manera una demostración de laboratorio de la columna de Winogradsky ilustra cómo diferentes microorganismos desempeñan sus funciones interdependientes: las actividades de un organismo permiten que otro crezca, y viceversa. Estas columnas son completas, sistemas de reciclaje autónomos, impulsado sólo por la energía de la luz.

La columna se compone de un cilindro de vidrio o de plástico en su construcción, de sustancias orgánicas, inorgánicas y sedimentos (Lodo). La altura de la misma permite diferenciar tres zonas características:

La zona superficial o zona aeróbica

La zona de microaerófila

La zona anaeróbica o anóxicos. (López, 2008)

Debido a las diversas concentraciones de luz, oxígeno y nutrientes, se observará la formación de ecosistemas microbianos o colonias microbianas observables a través de los colores que aparecen en diferentes niveles a lo largo de la columna.

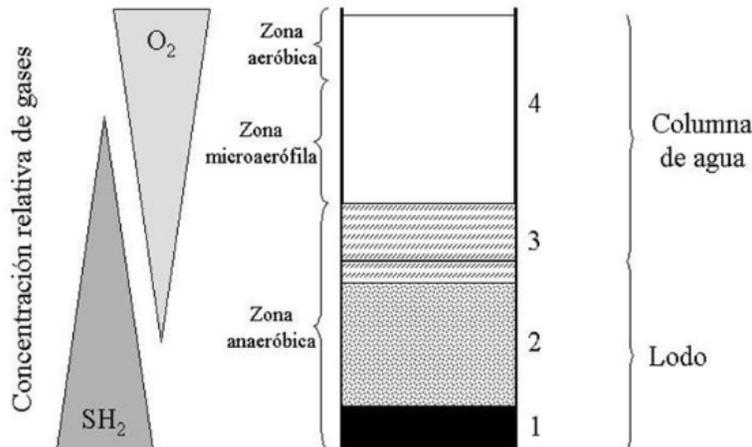


Fig. N° 1 adaptada de López (2008) Figura de la construcción de Winogradsky
 Tabla 1. Identificación de posibles microorganismos en base a las coloraciones de los estratos.
 Fuente.

COLOR	MICROORGANISMOS
Verde	Algas y Cianobacterias
Rojo/Marrón	Cianobacterias o Tiobacilos
Rojo/Púrpura	Bacterias púrpuras no del azufre
Blanco	Bacterias sulfo-oxidadoras
Rojo/Púrpura	Bacterias púrpuras del azufre
Verde	Bacterias verdes del azufre
Negro	Bacterias sulfo-reductoras o fermentadoras

Objetivos

- Construcción de una columna de Winogradsky como estrategia didáctica para el estudio de la diversidad metabólica de los microorganismos presentes en la Laguna del Parque Jardín Botánico de Neiva.
- Aprender acerca de la diversidad metabólica de algunos microorganismos y la aplicación de términos como procariotas, la aplicación de términos Fotolitoautótrofo, fotoorganoautótrofo, Quimiorganoautótrofo, quimiolitoautótrofos, Fotoorganoheterótrofo, fotolitoheterótrofo.
- Analizar la zona de la columna específica de algunos microorganismos dependiendo de sus necesidades energéticas y tolerancia al ambiente.

Materiales

Botella de plástico de 250 ml de contorno liso, previamente cortada a 13 cm de altura respecto a su base.

Recipiente mediano de boca ancha (para mezclar)

Colador

Muestra de sedimento (lodo o tierra)

Material orgánico (cascara de tomate, de banano, de papa o celulosa, etc.)

Cascara de huevo molido y seco

Banda elástica

Papel film y de aluminio

Reactivos (5g de CaSO₄, 1g de CH₄N₂O, 1g CaHPO₄)

Nota: Llevar ropa adecuada para campo en lo posible camisa manga larga, gorra, botas de campo, guantes de látex y bloqueador solar.

Procedimiento

Los estudiantes se reunirán en grupos de cuatro personas y tendrán en cuenta las siguientes indicaciones.

- Referencias la zona e muestreo con un GPS.
- Tomar el sedimento y luego tamizarlo con un colador o maya delgada con el fin de que no quede material sólido como raíces, rocas, plantas o desechos.
- Mezclar en un recipiente el sedimento con 5g de celulosa, 5g de cascara de huevo, 5g de CaSO₄ (yeso), 1g de CH₄N₂O (urea), y 1g de CaHPO₄.
- Agregar la mezcla en la botella de plástico evitando la formación de burbujas de aire y completar con agua de la misma zona.
- Colocar papel film en la superficial y ajustar con una banda elástica.
- Cubrir la columna con papel aluminio para protegerla de la luz y la dejarla en reposo durante una semana en un espacio oscuro.
- Posterior a la semana quitar en papel aluminio y trasladar la columna de Winogradsky a una fuente de luz contante Para una iluminación en todas las zonas girar constantemente la columna.

Actividad: Diligenciar las observaciones en la tabla 1.

Tabla 2. Registro de resultados por semanas

Observaciones	Zona de crecimiento	Colonias visibles	Color de las colonias	Observaciones generales.
1	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
2	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
3	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
4	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
5	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
6	Aerobia			
	Microaerobia			
	Anaerobia			
	Anaerobia			

Para Pensar

1. Con base a la salida de campo, haz un breve resumen sobre lo que aprendieron, ¿Qué fue lo que más le llamo la atención y que aspectos se deberían tener en cuenta para una salida de campo?

2. ¿Consideras que las salidas de campo deben llevarse a experiencias pedagógicas en los colegios? Justifica tu respuesta

3. ¿Qué temáticas en ciencias naturales enseñarías? Justifica tu respuesta

Referencias

López, J. (2008). La columna de Winogradsky: Un ejemplo de microbiología básica en un laboratorio de educación secundaria. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. Vol. 5. Núm. 3. PP. 373-376. España.