

## LA COLUMNA DE WINOGRADSKY COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGÍA EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS DOCENTES DE CIENCIAS NATURALES

### THE WINOGRADSKY COLUMN AS A STRATEGY FOR THE TEACHING OF MICROBIOLOGY IN THE FORMATION OF FUTURE TEACHERS OF NATURAL SCIENCES

Rivera Cedeño, Dahiana Marlen<sup>1</sup>  
Trujillo Bohada, María Camila<sup>1</sup>  
Mosquera, Jonathan Andrés<sup>2</sup>  
Amórtégui Cedeño, Elías Francisco<sup>3</sup>

#### RESUMEN

Presentamos el diseño, la metodología y los resultados esperados de una propuesta de investigación al interior de la Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana (Huila-Colombia), dirigida a futuros docentes que cursan el espacio académico de microbiología. Este estudio presenta como objetivo, la aplicación de la columna de Winogradsky como estrategia didáctica y pedagógica en la enseñanza y aprendizaje de la diversidad del mundo microbiológico; trabajando desde un enfoque cualitativo, como instrumentos para la toma de información, proponemos trabajos prácticos como laboratorios y salidas de campo en el parque Jardín Botánico de Neiva Bertha Hernández de Ospina. Los trabajos prácticos se realizarán como complemento de sesiones teóricas sobre temáticas como ciclos biogeoquímicos, metabolismo y diversidad microbiana por lo que se estudiará la diversidad de microorganismos presentes en la laguna central del jardín con el fin de facilitar la construcción de conocimientos sobre microbiología ambiental.

Destacamos el impacto de la propuesta, al pretender afianzar conocimientos en los futuros docentes y favorecer aprendizajes mediante medios de cultivo de fácil construcción como una herramienta didáctica de acceso sencillo y con la cual la explicación de fenómenos ecológicos y del mundo microscópico, pueda llegar a escenarios formativos en distintos niveles educativos, desde el actuar de los docentes en formación. De igual forma, este es uno de los primeros estudios en el Jardín Botánico, eje ambiental que viene tomando protagonismo en la ciudad y del cual se espera potenciar actitudes pro-ambientales en los neivanos.

<sup>1</sup> Estudiantes del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología. Universidad Surcolombiana. [u20131118977@usco.edu.co](mailto:u20131118977@usco.edu.co) [mariawayra@gmail.com](mailto:mariawayra@gmail.com). Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias - CPPC

<sup>2</sup> Docente de Cátedra e Investigador, Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, Universidad Surcolombiana. [jonathan.mosquera@usco.edu.co](mailto:jonathan.mosquera@usco.edu.co). Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias - CPPC

<sup>3</sup> Docente de Planta Tiempo Completo, Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, Universidad Surcolombiana. [elias.amortegui@usco.edu.co](mailto:elias.amortegui@usco.edu.co). Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias - CPPC



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

**PALABRAS CLAVE:** Trabajos Prácticos, Salidas de Campo, Microbiología, Columna de Winogradsky y Formación Docente.

## ABSTRACT

We present the design, methodology and expected results of a research proposal within the Degree in Natural Sciences: Physics, Chemistry and Biology of the Universidad Surcolombiana (Huila-Colombia), aimed at future teachers who study the academic space of microbiology. The objective of this study is to apply the Winogradsky column as a didactic and pedagogical strategy in teaching and learning the diversity of the microbiological world; working from a qualitative approach, as instruments for the taking of information, we propose practical work as laboratories and field trips in the Neiva Bertha Hernández de Ospina Botanical Garden. The practical work will be done as a complement to theoretical sessions on topics such as biogeochemical cycles, metabolism and microbial diversity, which will study the diversity of microorganisms present in the central lagoon of the garden in order to facilitate the construction of knowledge on environmental microbiology.

We highlight the impact of the proposal, trying to strengthen knowledge in future teachers and promote learning by means of easy-to-build culture as a didactic tool with simple access and with which the explanation of ecological phenomena and the microscopic world can reach scenarios Formative at different educational levels, from the actions of the teachers in formation. Likewise, this is one of the first studies in the Botanic Garden, an environmental axis that is taking center stage in the city and from which it is hoped to promote pro-environmental attitudes in the neivanos.

**KEYS WORD:** FieldWorks, Field Trips, Microbiology, Winogradsky Column and Teacher Training.

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la biodiversidad en Colombia es una necesidad prioritaria para construir o modificar perspectivas en las comunidades que conduzcan a la valoración, protección y conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, al igual que el uso sostenible de los recursos. Según plantea Sloan et al. (2014), Colombia cuenta con dos hotspots (áreas de conservación con alto endemismo) de biodiversidad del planeta de los 35 existentes, estos ecosistemas son los Andes Tropicales y Tumbes-Chocó-Magdalena los cuales se caracterizan por poseer una gran riqueza de especies de plantas, mamíferos, peces, aves, anfibios, reptiles y una aguda perturbación de la cubierta terrestre, siendo así un espacio donde convergen la riqueza biológica, la población humana y la degradación ambiental. No obstante se evidencia que a pesar de los esfuerzos realizados por estudiar la diversidad en nuestro país, siguen presentándose vacíos de información en campos como la microbiología, siendo esta ciencia el estudio de la diversidad y funcionalidad de los organismos microscópicos (Tortora *et al.*, 2007).

Así mismo la mayoría de estudios sobre microbiología se enfocan a procesos industriales, medicinales u otros pero no se toma en cuenta el tema de su diversidad como



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

“Conocimiento del medio natural, social y cultural (...); para comprender la realidad del mundo que nos rodea y las transformaciones a las que está sometido” (Martínez y Caurín, 2013). Es decir que como seres humanos no somos conscientes de la existencia de millones de microorganismos en nuestro entorno, de la aglomeración de contaminantes que presenta el aire que respiramos, de la enorme variedad de especies de mamíferos, plantas, insectos, hongos, peces y aves que al igual que nosotros hacen parte de las relaciones interespecíficas que se precisan con los organismos microscópicos. Por lo anterior se hace necesaria la aplicación de una metodología que favorezca la enseñanza y aprendizaje de la diversidad microbiana y temáticas como ciclos biogeoquímicos, metabolismo microbiano y reacciones de óxido reducción mediante la aplicación de trabajos prácticos que abordados a nuestro entorno próximo originen una comprensión científica.

De esta manera este estudio se centra en la laguna del parque jardín botánico de Neiva Bertha Hernández de Ospina en primera medida porque es un área de grandes intervenciones antropogénicas especialmente por las construcciones y desechos emitidos por las constructoras que afectan suelos y paisajes; en segunda medida porque se están implementando estrategias y proyectos de investigación para su transformación, protección y conservación; y finalmente porque Neiva no cuenta con información precisa sobre su riqueza microbiológica en cuerpos de agua natural; además cabe resaltar que es una de las pocas zonas verdes con presencia de biodiversidad que se ubican en la capital del Huila, contando con un vertimiento hídrico, espacios para el avistamiento de aves y zonas de paso para aves migratorias, lo que nos motiva a usar esta zona natural como salida de campo con los estudiantes en formación para la enseñanza y aprendizaje de la diversidad microbiológica ambiental.

Por otra parte en la didáctica de las ciencias el proceso de enseñanza y aprendizaje exige en los profesores la aplicación de estrategias didácticas como metodologías experimentales y salidas de campo que faciliten en los estudiantes la construcción de saberes a partir de la interacción con su contexto social y ambiental, y a su vez logre competencias científicas como plantear puntos de vista propios que evidencien la construcción o modificación de concepciones sobre la naturaleza, además, del desarrollo de habilidades de observación, análisis y reflexión que conducen a aprendizajes significativos, y a una actitud investigativa por las temáticas que aborda la ciencia (García y Orozco, 2008). Por su parte el Ministerio de Educación Nacional (MEN), establece que la enseñanza de la biología debe buscar crear competencias científicas como interrogantes, procedimientos y argumentos críticos, éticos, creativos y autónomos para la modificación de diferentes concepciones alternativas que vienen con sus conceptos previos, la solución de problemas a nivel disciplinar y natural, el desarrollo de destrezas en la investigación científica y comprensión de fenómenos (MEN, 2005). Lo que permite estudios específicos en las distintas áreas como la microbiología.

Ahora bien, la enseñanza de la microbiología presenta dificultades en los procesos prácticos y de aula debido a la visibilidad de los organismos, y el uso de términos sobre estructura y función, lo que genera desmotivación en la comprensión de la temática por parte de los estudiantes (Durango, 2012). Por consiguiente junto con los docentes en formación se realizarán columnas de Winogradsky como estrategia didáctica que permita una demostración simple de laboratorio y práctica de campo de cómo los microorganismos proliferan y ocupan zonas específicas en la columna de acuerdo a su metabolismo en donde disponen de las condiciones ambientales que favorecen los requerimientos de carbono, nitrógeno, azufre, temperatura y energía para su desarrollo y también de cómo



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

interactúan entre sí de tal forma que los procesos metabólicos, la sucesión ecológica y los ciclos biogeoquímicos que se llevan a cabo posibilitan el crecimiento de todos los organismos microscópicos dentro de la columna (Velásquez, 1979; Pibernat *et al.*, 1991; López, 2008 y Parks, 2015) y a su vez se fundamenten concepciones con respecto a la microbiología ambiental.

De esta manera este estudio resulta pertinente a las necesidades regionales y a las vertientes investigativas en la enseñanza de las ciencias, pues se hará uso de la columna de Winogradsky como instrumento para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los microorganismos como seres vitales para el equilibrio ambiental, además de estudiar junto con los futuros docentes las características ecológicas de la diversidad microbiana.

## METODOLOGÍA

La investigación es de tipo cualitativa, haciendo uso del método de análisis de contenido, el cual permite el estudio y análisis de las comunicaciones (López, 2002), interpretando diversos aspectos y fenómenos de la vida social, para esta caso el desarrollo de los futuros docentes durante la intervención de aula y trabajos prácticos, según Fernández (2002) y Amórtegui (2011), este método permite la descripción de la estructura y composición del contenido de un documento específico. Por otra parte para este estudio, se tiene en cuenta la observación participante en el ejercicio de la práctica investigativa, estableciendo una interacción con los informantes de forma natural y no instructiva, ya que debe existir un contacto directo entre el investigador y el fenómeno observado (Cruz, 2007). Para la toma de datos, se diseñará un cuestionario diagnóstico sobre conocimientos y prácticas en microbiología el cual se aplicará a los docentes en formación al inicio y al final de la intervención didáctica, y será validado por expertos en el área temática, a nivel nacional e internacional.

La secuencia didáctica está contemplada bajo un enfoque constructivista, en donde se contará con salidas de campo y prácticas de laboratorio, que permiten aportar a la formación de los docentes desde la teoría y el ejercicio experimental. De esta manera la intervención tiene un primer momento denominado “presentación del mundo microbiano (temáticas)”, un segundo espacio “salidas de campo” en el que se construirá la columna de Winogradsky y se enseñarán técnicas de evaluación de parámetros micro y fisicoquímicos; un tercer momento en donde se trabajará en los laboratorios de Ciencias Exactas de la Universidad Surcolombiana para el análisis de pruebas fisicoquímicas y otros factores del ambiente, y una práctica para hacer la caracterización de la columna. Finalmente como cuarto momento los estudiantes entregarán un informe de las actividades y se realizará un análisis colectivo e individual el cual será esencial para validar los resultados del cuestionario final y observar cómo favoreció en el aprendizaje de la microbiología la aplicación de las estrategias didácticas aplicadas. Para el análisis de las producciones de los futuros docentes, se hará uso del análisis de contenido, empleando categorías propias de la didáctica de las ciencias, partiendo de las tendencias de respuesta halladas en los instrumentos. Así mismo el cuestionario pre y post, será analizado de manera correlacional básica con apoyo de la prueba t-Student del software SPSS. En la Tabla 1, se expone la intervención didáctica propuesta.



**Tabla 1.** Momentos a desarrollar durante la propuesta didáctica “Explorando con Winogradsky pequeños gigantes en una botella”

Explorando con Winogradsky pequeños gigantes en una botella	
Primer momento	<p><b>Presentación del mundo microbiano.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aplicación de cuestionario diagnóstico sobre concepciones conceptuales y procedimentales de microbiología ambiental.</li> <li>● Generalidades de la microbiología mediante el artículo “<i>La ecología microbiana se hace mayor de edad</i>” (Guerrero y Mercedes, 2002)</li> <li>● Tipos de cultivo microbiano.</li> <li>● Factores fisicoquímicos que influyen en el crecimiento de los microorganismos.</li> <li>● Microorganismos aerobios, anaerobios, autótrofos y heterótrofos.</li> </ul>
Segundo momento	<p><b>Salida de campo para la construcción de la columna.</b></p> <p>Análisis de aspectos teóricos, procedimentales y actividades a desarrollar propuestos en la guía de campo “El cáliz de Winogradsky, un mundo lleno de vida”. Guía realizada según lo planteado por López (2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Construcción de la columna de Winogradsky a través de la guía “El cáliz de Winogradsky, un mundo lleno de vida”</li> <li>● Los estudiantes se reunirán en grupos de 4 personas y en una botella de plástico de 250ml y tendrán en cuenta las siguientes directrices:             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agregarán 100 g de sedimento de zonas de baja y de alta iluminación y 50 ml de agua de la misma zona y tamizarán hasta obtener un sustrato homogéneo.</li> <li>✓ Posteriormente mezclarán en un recipiente aparte 5g de celulosa (papel periódico, hoja seca o cáscaras de alimentos) que aporta carbono, 5g de CaCO<sub>3</sub> (cáscara de huevo que funcionara como agente tamponador), 5g de CaSO<sub>4</sub> (yeso) que con su sulfato aportara azufre, 1g de CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O (urea) que aporta el elemento de nitrógeno, y luego la agregaran a la botella junto con el sedimento evitando la formación de burbujas de aire.</li> <li>✓ Luego se sellará la botella con papel parafilm y una banda elástica para finalmente incubar a temperatura ambiente en un sitio de luz constante pero no directamente a la luz solar.</li> </ul> </li> <li>✓ un sitio de luz constante pero no directamente a la luz solar.</li> <li>✓ Se recomienda girar la columna constantemente para evitar zonas sin exposición a la luz solar.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>● Salida de campo para la enseñanza de técnicas de evaluación de parámetros físico químicos y técnicas de siembra de microorganismos.</li></ul> <p><b>Técnicas para evaluación de parámetros físico químicos</b> (Adaptación de Franco, 2011 y Arias, 2003).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):</b> 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.</li><li>● <b>Demanda química de oxígeno (DQO):</b> Cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia oxidable orgánica y mineral.</li><li>● <b>Color:</b> 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.</li><li>● <b>Temperatura:</b> 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 <math>\pm 0,1^{\circ}\text{C}</math> en el cuerpo de agua a medir.</li><li>● <b>pH:</b> Medida de concentración de iones de Hidrógeno. Se relaciona con la alcalinidad y la acidez. La medición se realiza mediante un pHmetro el cual tiene un mecanismo electrónico que muestra la medida de pH con respecto a la temperatura.</li><li>● <b>Turbidez:</b> 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 Sechi 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.)</li><li>● <b>Sólidos disueltos:</b> Se realiza mediante filtrado, posteriormente evaporación y secado a peso constante del material que pasa a través de un filtro.</li><li>● <b>Oxígeno:</b> Es soluble en agua dependiendo de la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica. Se mide mediante una sonda multiparamétrica HQ40d o una sonda Hanna.35°C por 24-48 horas.</li><li>● <b>Cloruros:</b> Se mide mezclando una muestra de agua con un reactivo de <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math>, posteriormente se agrega <math>\text{H}_2\text{O}_2</math> si existen sulfuros o sulfitos y finalmente se realiza una titulación con <math>\text{AgNO}_3</math>.</li><li>● <b>Nitritos:</b> 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.</li></ul>
Tercer momento	<b>Técnicas para la siembra de microorganismos.</b>

	<ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Método de siembra por estría cruzada en caja axénica</b> para producir colonias aisladas en cultivos sólidos, esta se realiza tomando una muestra con un asa y se siembra haciendo estrías en zigzag en un agar contenido en un caja de petri. Posteriormente se incuba a 35°C por 24-48 horas.</li><li>● <b>Técnica por suspensión de la muestra en medios líquidos</b> la cual se realiza tomando la muestra a diluir con un asa y se siembra en un tubo, posteriormente agita y se incuba a 35°C por 24-48 horas.</li><li>● <b>Técnica por estría en tubos con medios solidificados en forma inclinada:</b> Transferir cultivos axénicos a un tubo de ensayo con agar inclinado haciendo estrías con un asa desde la parte profunda hasta la parte superior del tubo.</li><li>● <b>Técnica por piquete o picadura en tubos con medios sólidos o semisólidos:</b> para su realización se toma una aguja con el material a sembrar y se introduce hasta el fondo en el tubo con medio semisólido formando un canal de punción. (Aquihuatl <i>et al.</i>, 2012; Auqui, 2014; Malajovich, 2015).</li></ul> <p><b>La evaluación y análisis de la columna.</b></p> <p>El análisis de la columna de Winogradsky se realizará de manera cualitativa y semanalmente a través de la observación y documentación de los cambios que presente, posteriormente se realizará la caracterización una vez finalice el tiempo de incubación, se procederá a extraer muestras de las diferentes colonias con ayuda de una jeringa y se depositará una muestra en el portaobjetos para su identificación relacionando la morfología observada en el microscopio con la correspondiente teoría.</p>
Momento final	Se realizará una reflexión del proyecto de investigación, de los aspectos positivos y negativos de la construcción de la columna como estrategia didáctica y pedagógica, de los medios de cultivos empleados, de los resultados obtenidos durante las prácticas de campo y de laboratorio y por último se hará la entrega de un informe final.

## RESULTADOS PARCIALES

La revisión bibliográfica evidencia que el tema de estudio no ha sido abordado en el contexto local, no obstante las investigaciones que se destacan en la región sur colombiana se pueden agrupar en cuatro (4) categorías: *Uso de prácticas de laboratorio en la enseñanza de la microbiología, Microbiología Ambiental, Microbiología Humana y otras.*

**Uso de prácticas de laboratorio y otros trabajos artesanales en la enseñanza de la microbiología.** Destacamos los trabajos de García (2015), Antolinez y Quintero (2017), quienes a partir de trabajos prácticos artesanales (prácticas de laboratorio), en búsqueda de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la microbiología y atendiendo las deficiencias en instalaciones de las Instituciones Educativas, diseñaron actividades

Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

didácticas para el alumnado. Los dos estudios fueron realizados con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa José Reinel Cerquera y octavo grado de la Institución Educativa María Cristina Arango de Pastrana, respectivamente.

**Microbiología Ambiental.** Para esta categoría, se registra el trabajo de Vargas y Rodríguez (2016), quienes realizaron la caracterización y el análisis bacteriológico de algunos fómites y ambientes inanimados de la Universidad Surcolombiana. Este proyecto permitió la consolidación de una propuesta didáctica para prevenir enfermedades transmitidas por fómites mediante hábitos de higiene en la población estudiantil universitaria. Así mismo, Méndez y Camacho (2013) abordaron el primer estudio de microbiota aérea del departamento, empleando cultivos en agar para tomar muestras de microorganismos en diferentes puntos estratégicos de la zona urbana de la ciudad de Neiva, entregando un mapa estratégico para la ciudad en torno a las posibles fuentes de la diversidad biológica encontrada.

**Microbiología Humana.** En esta categoría se presenta el trabajo de Ortiz (2005), quien buscó determinar los posibles focos de origen de la microbiota de la piel (manos, pies y cabeza) de los estudiantes de noveno semestre del programa de licenciatura por medio de la tinción de Gram y de los medios de cultivo utilizados.

**Otros.** El trabajo de Ángel, Díaz, y Trujillo (2007), registra como la única experiencia para la región, en donde se aplicó el software Clic versión 3.0 como herramienta interactiva de evaluación ágil, agradable y dinámica para estudiantes y docentes, tomando como tema central, los microorganismos.

Esta revisión nos permite considerar que la presente investigación es pertinente para la región, dado que el mundo microbiano y su enseñabilidad, ha sido poco explorado, encontrando a la fecha desconocimiento de la diversidad microbiológica en diferentes ambientes, siendo el agua el escenario de menor exploración. Por otro lado, el método específico con el que se pretende abordar el proceso de enseñanza y aprendizaje, la columna de Winogradsky, no se conoce en la zona, y a nivel nacional, las investigaciones en donde ha tenido uso, son de tipo disciplinar, pero su aplicabilidad en la educación no ha sido indagada, mucho menos con docentes en formación, quienes en un futuro cercano serán los responsables de la educación en ciencias para un departamento biodiverso. De esta manera para el docente en formación, se debe procurar atender en su etapa formativa, el uso de estrategias didácticas alternas, haciendo uso del contexto y en donde el trabajo experimental o práctico, sea el eje del proceso educativo.

## REFLEXIONES PARCIALES

El estudio del mundo microbiano mediante la columna de Winogradsky favorecerá el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en los futuros docentes de ciencias naturales fortaleciendo desde el aula los procesos investigativos en escenarios de importancia ambiental para las comunidades.

La microbiología y su posible vinculación a los procesos de aula, es un tema poco explorado para el departamento del Huila, lo que nos motiva a continuar en la idea de buscar su aplicabilidad y fomentar la investigación el campo biológico y abordar estrategias de enseñanza para hacer el acercamiento del conocimiento científico al estudiantado, sin



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

olvidar el lenguaje del contexto y las experiencias que cada uno lleva y puede aportar al proceso formativo.

La revisión de antecedentes locales, nos permite plantear que el programa de formación de profesores de ciencias naturales de la Universidad Surcolombiana, debe propender por el desarrollo de proyectos de investigación interdisciplinarios, aportando a la caracterización de elementos bióticos y abióticos en la región, y al fomento de la educación ambiental, la culturización científica de nuestros estudiantes y el cambio de paradigmas que se han construido en mitos, miedos y apatías por diferentes organismos, como los microorganismos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángel, Díaz, y Trujillo (2007) *El maravilloso mundo de los microorganismos clic versión 3.0 herramientas de evaluación* (Tesis de Pregrado). Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Antolinez, K y Quintero, L (2017) *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 Reinol Cerquera del municipio de Palermo, Huila*. (Tesis de Pregrado). Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Aquihuatl, M., Volke, T., Prado, L., Shirai, K., Ramírez, F. y Salazar, M. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio Microbiología general*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Zapata. México. Pp. 78. Recuperado de [http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MMBG/files/manual\\_microbiologia\\_general.pdf](http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MMBG/files/manual_microbiologia_general.pdf)
- Arias, F. (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (Aguas, sedimentos y organismos)*. Instituto de investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" INVEMAR. Vinculado al Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Programa calidad ambiental marina-CAM. Santa Marta, DTCH
- 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*. Bogotá D.C. Colombia.
- Auqui, V. (2014). *Cultivo microbiológico*. Universidad Nacional del Callao. Facultad de ingeniería ambiental y recursos naturales. Perú. Rescatado de [https://www.academia.edu/9286004/INFORME\\_7\\_CULTIVO\\_DE\\_MICROORGANISMOS](https://www.academia.edu/9286004/INFORME_7_CULTIVO_DE_MICROORGANISMOS)
- 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.
- 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/>



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

- Fernández, F. (2002). El análisis de contenido como ayuda metodológica para la investigación *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*. 2(96). Universidad de Costa Rica San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/153/15309604.pdf>
- Franco, C. (2011). Análisis de aguas. Primera edición. Colección de texto didáctico. Editorial Universidad Surcolombiana. Huila, Colombia. Pp. 232.
- García, M. (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 Pastrana de la ciudad de Neiva, Huila* (Tesis de Pregrado). Neiva: Universidad Surcolombiana.
- 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*. 7(3). Recuperado de: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3\\_Vol7\\_N3.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N3.pdf)
- Guerreo, R. y Berlanga, M. (2002) La Ecología Microbiana se hace mayor de edad. *Revista actualidad. SEM*.
- López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación, Universidad de Huelva *Revista de Educación* pág. 167-179. Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf>
- 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*. 5(3). PP. 373-376. España.
- Malajovich, M. (2015). Introducción a las técnicas microbiológicas. *Biotecnología: Enseñanza y Divulgación*. Recuperado de [https://bteduc.com/roteiros\\_es/2015\\_Tecnicas\\_microbiologicas.pdf](https://bteduc.com/roteiros_es/2015_Tecnicas_microbiologicas.pdf)
- Martínez, M y Caurín, C. (2013). Análisis del concepto de biodiversidad en los libros de texto de segundo ciclo de primaria en la Comunidad Valenciana (España). Instituto de investigaciones sobre la Universidad y la Educación. *Revista perfiles educativos*. 35(141). Pp 97-114. Distrito Federal, México.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2005). Ser maestro hoy: El sentido de educar y el oficio docente. *Revista: Revolución educativa: Al Tablero* No 34. Bogotá, Colombia. Pp 20. Recuperado de: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalues-31232\\_tablero\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalues-31232_tablero_pdf.pdf).
- Ortiz, G (2005) *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* (Tesis de Pregrado). Neiva: Universidad Surcolombiana.
- 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*. Pp. 82-84 DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.847>



Memorias del IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

- Pibernat, I., García - Gil, L. y 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.
- Sloan, S., Jenkins, C.; Joppa, L.; Gaveau, D y Laurance, W. (2014). Remaining natural vegetation in the global biodiversity hotspots. *Biological Conservation*. 177. pp. 12-24.
- Tortora, G., Funke, B. y Case, CH. (2007). *Introducción a la microbiología*. Novena edición. Editorial médica panamericana. Buenos Aires. Pp. 988
- Vargas, A y Rodríguez, H. (2016). *Análisis bacteriológico de fómites en la sede central de la Universidad Surcolombiana*. (Tesis de Pregrado) Neiva: Universidad Surcolombiana.
- Velásquez, L. (1979). *Laboratorio Columna de Winogradsky*. Departamento de Biología. Facultad de ciencias y humanidades. Universidad de Antioquia. Actualidades biológicas, Vol. 8. N. pp 27-28.

