

---

## Prototipo experimental para la enseñanza de los líquenes como bioindicadores en la educación básica

Lucio Llantén, Gloria<sup>1</sup> Marín Quintero, Miyerdady<sup>2</sup> & Universidad del Valle<sup>3</sup>

### Resumen

El estudio presenta la construcción e implementación de un prototipo experimental (microscopio estereoscópico) para la enseñanza en la educación básica de los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica. La metodología constó de tres fases, la primera, de diseño y construcción del prototipo experimental, la segunda, la elaboración de las actividades experimentales en las que se hará uso del prototipo experimental y la tercera, su implementación a estudiantes de educación básica. El uso del prototipo experimental favorece el aprendizaje de contenidos de tipo conceptual y procedimental.

**Palabras clave:** enseñanza, prototipo experimental, líquenes, bioindicador.

**Categoría 2:** trabajo de investigación

**Línea de trabajo:** Relaciones entre los enfoques CTSA y Educación Ambiental

### Introducción

Suele ser ampliamente admitido, tanto por investigadores como por educadores, que las prácticas experimentales son estrategias didácticas esenciales en la enseñanza de las ciencias, en particular de la Biología, ya que permite a los estudiantes explorar los diferentes aspectos del mundo natural a través de la experiencia directa sobre el material biológico; es decir, con los organismos u objetos naturales presentes en su entorno (Barberá y Valdés, 1996). Además, visualizar los objetos y fenómenos a nivel microscópico y macroscópico brindando la posibilidad de razonar sobre lo concreto y

---

<sup>1</sup> gloria.lucio@correounivalle.edu.co, Lic. en Educ. Básic. Énfasis Enseñanza de las Ciencias Naturales y Ed. Ambiental. Universidad del Valle.

<sup>2</sup> miyerdady.marin@correounivalle.edu.co, Mg. en Educación énfasis en Enseñanza de las Ciencias. Universidad del Valle.

<sup>3</sup> Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle, Cali (Colombia).

---

relacionarlo con los conceptos que los explica (Séré, 2002), desarrollar algunas competencias técnicas y habilidades procedimentales como la manipulación de equipos y materiales de laboratorio (Del Carmen, 2000), desarrollar capacidades de observación, registro de datos, reflexión (Pedroso, 2009) y algunas actitudes científicas (Serè, 2002), entre otras.

Pese a esto, existen múltiples factores que obstaculizan su realización en las instituciones educativas de la básica, tales como, la falta de infraestructura y recursos económicos para adquirir equipos y materiales de laboratorio (Borges, 2002; Fernández, Marcángeli y Romero, 2011) necesarios para la realización de actividades experimentales.

Teniendo en cuenta lo planteado, es necesario considerar la posibilidad de que los docentes en ciencias básicas diseñen, construyan y utilicen prototipos experimentales de bajo costo con fines didácticos (Pérez y Falcón, 2009), con el objetivo de dotar con instrumentos básicos los laboratorios para realizar las actividades prácticas (Unesco, 1989). Para el caso particular del estudio de los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica, se propone el diseño y construcción de un prototipo experimental (microscopio estereoscópico).

Por lo cual se plantea el siguiente interrogante: *¿Cómo diseñar y construir un prototipo experimental para la enseñanza de los Líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica?*

### **La enseñanza de las ciencias y los prototipos experimentales como recurso didáctico**

Actualmente se afirma que resulta indispensable educar a los ciudadanos para que tomen conciencia sobre los efectos y consecuencias del actual modelo insostenible de consumo y producción sobre la vida en el planeta. Es por ello, que surge la pertinente inclusión de contenidos CTS en el currículo escolar, como lo son, la contaminación atmosférica y el estudio de los líquenes como bioindicadores de la calidad del aire, pues su enseñanza contribuye a formar ciudadanos con conocimientos, actitudes, aptitudes, destrezas y habilidades para comprender, actuar y buscar alternativas para conservar el medio ambiente.

Sin embargo, siendo esto relevante, en los currículos escolares la enseñanza de los líquenes es escasa o nula (Moreno, E, 2013), por lo cual se han identificado dificultades en el aprendizaje tanto de contaminación atmosférica como sobre líquenes. Así, Barke et al, (2011); Boyes y Stanisstreet (1992); Jeffries et al,

(2001); Conde et al (2013); Gulizia, C y Zazulie, N (2012) muestran que los estudiantes no conciben la presencia de sustancias tóxicas en el aire y no asocian los efectos de la contaminación con las muertes y/o extinción de plantas y animales. En relación a los líquenes, Alegría (2013) manifiesta que no reconocen las relaciones simbióticas entre los organismos (alga y un hongo), y consideran que los líquenes son plantas.

Bajo este panorama, es necesario establecer educativamente el vínculo del efecto de sustancias contaminantes atmosféricas en algunos seres vivos. Para ello, se plantea dos asuntos: uno, el uso de los líquenes como bioindicadores (Hawksworth *et al.* (2005; Rubiano y Chaparro, 2006) ya que permiten estimar los niveles de contaminación atmosférica en una zona específica, dos, la realización de actividades experimentales apoyadas con el uso de prototipos experimentales que permitan visualizar los cambios morfológicos del líquen por efecto de los contaminantes del aire.

### **Objetivo General**

Proponer un prototipo experimental (microscopio estereoscópico) como recurso didáctico para la enseñanza de la educación básica, de los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica.

### **Objetivos Específicos**

Diseñar y construir el prototipo experimental (microscopio estereoscópico) a partir de materiales de fácil acceso y bajo costo.

Evaluar la utilidad del mismo como recurso didáctico experimental en la enseñanza de los líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica

### **Metodología**

La metodología adoptada para este estudio es de carácter cualitativo, con enfoque exploratorio y descriptivo, mediante la realización de un estudio de caso (Yin, 1989; Muñoz y Muñoz, 1999). El proceso investigativo ha sido estructurada teniendo en cuenta los aportes de Duarte, Gutiérrez y Fernández (2007) y Cervantes *et al.*, (2010) respecto a la elaboración de prototipos didácticos para la didáctica de las Ciencias Naturales. Son tres fases metodológicas.

### **Fase I. Diseño y construcción del prototipo experimental**

En esta fase se consideraron aspectos relevantes de los componentes estructurales y materiales de los modelos de microscopio estereoscópico

---

propuestos por Carboni (1997; 2001; 2004), a partir de los cuales se realizaron las adaptaciones y modificaciones para obtener el prototipo experimental final.

### **Fase II. Elaboración de actividades experimentales**

Para la elaboración de las actividades experimentales se tuvo en cuenta el contexto, las características de los estudiantes, el propósito, la temporalidad, el tipo (experiencias y atóricas; Caamaño, 2003) y la secuencia de las mismas.

### **Fase III. Implementación del prototipo experimental**

La implementación del microscopio estereoscópico se realizó a través de su uso en la realización de las actividades experimentales planteadas a 13 estudiantes del grado octavo de la básica secundaria en una institución educativa de carácter oficial ubicado en el municipio de Santiago de Cali (Valle).

## **Resultados y Discusión**

### **1. Diseño y construcción del microscopio estereoscópico**

El proceso de diseño y construcción implicó tener en cuenta tres etapas que dan lugar a los componentes fundamentales: *i)* el sistema óptico; *ii)* el pedestal (las columnas y base) y *iii)* el sistema de enfoque.

#### **Etapas 1. Sistema óptico**

El componente óptico del microscopio estereoscópico consta de 2 lentes objetivos con diferentes aumentos y de un par de binoculares prismáticos (10x25) que son los oculares del microscopio.

#### **Etapas 2. Pedestal**

Esta estructura es la encargada de soportar el transporte de carrito y proveer una superficie plana para colocar el objeto que se quiere observar. Su construcción consiste en poner una columna (50x5x2cm) en una ranura con las mismas medidas en la base de madera (25x20x 1.5 cm). De tal manera que esta pieza descansa sobre la base, y al pegarla quede fuertemente fijada. Para mayor soporte del movimiento del carrito y del sistema óptico, poner la otra columna (50x2cm) detrás de la primera columna. Cabe resaltar que las medidas de las columnas son de acuerdo a la distancia focal de los lentes objetivos obtenidos en el cañón proyector.

### **Etapa 3. Soporte óptico y Sistema de enfoque**

El procedimiento para la elaboración del soporte óptico consistió en cortar un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro y 7 cm de altura, con su correspondiente tapa, a la cual se le realizan dos agujeros del mismo diámetro del binocular, y como soporte del lente objetivo, incrustar cuatro tornillos alrededor del tubo de PVC. Luego, tomar el lente objetivo y ubicarlo dentro del soporte ya realizado, poner la tapa y luego los binoculares.

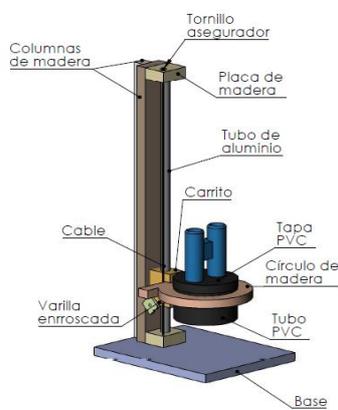
Por otro lado, el sistema de enfoque consiste principalmente de un carrito que permite los desplazamientos en dirección vertical del sistema óptico, con un dispositivo de centrado que tiene la función de llevar el carrito, y con ella la óptica del microscopio a la altura correcta para ver los objetos y mantenerlos en una sola posición.

Al tener todas las piezas y el pedestal previamente montado, poner el carrito con su dispositivo de centrado en el tubo de aluminio. Después, pegar una de las placas de madera junto a la columna y en la base. Inmediatamente colocar en la placa el tubo de aluminio con el carril. En el otro extremo del tubo de aluminio, instalar la otra placa de madera restante y asegúrela con pegante y puntillas a la columna. A continuación, enrollar el cable de acero trenzado recubierto (40 cm largo) en el tubo de acero que tiene el dispositivo de centrado en el carril, y hacer un nudo en el otro extremo de cable para luego incrustarlo en un pequeño agujero en la placa de madera superior. Dando por terminado el sistema de enfoque, pues al girar las manillas de madera el carro se desliza hacia arriba y hacia abajo (figura 2b).

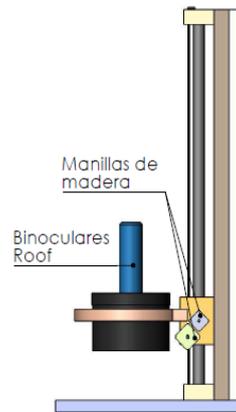
Finalmente, tomar el círculo de madera y pegarlo en la ranura del sistema del carril, y poner el soporte óptico realizado al inicio de esta fase. Ajustar la distancia focal del lente objetivo que va a usar y la distancia interpupilar de los prismáticos, y proceda a poner el liquen en la superficie plana del pedestal.

De esta manera, se obtiene un microscopio estereoscópico de forma económica y con materiales de fácil acceso y duraderos (figura 2c).

Figura 2. Prototipo experimental Microscopio estereoscópico



a)



b)



(c)

## 2. Valoración del microscopio estereoscópico a partir de la percepción de los estudiantes

La tabla 1. muestra la percepción de los estudiantes respecto al uso y manejo del microscopio estereoscópico y su utilidad como recurso didáctico.

Tabla 1. Valoración del Microscopio estereoscópico por los estudiantes

Componente	Valoración de los estudiantes
<b>Componente Técnico y estructural</b>	<p><i>Atributos físicos:</i> es seguro, portable y de tamaño adecuado (100%). Buen acabado, con color y textura agradables a los sentidos -tacto y visual- (92.31%). De fácil transporte y tamaño adecuado (84.62%), la altura apropiada (76.92%). De alta durabilidad y resistencia al manejo frecuente (53.85%).</p> <p><i>Funcionalidad:</i> permite visualizar los detalles de las muestras naturales, proporciona imágenes tridimensionales nítidas, planas y sin distorsión de las muestras de líquenes, el pedestal es estable y da soporte (100%). Los binoculares ofrecen la distancia interpupilar correcta (84.62%), la linterna como fuente de iluminación es potente (76.92%), ofrece condiciones de observación óptimas para usuarios con o sin gafas (61.54%).</p> <p><i>Manejo y uso:</i> permite realizar observaciones de larga duración y sin cansancio visual y requiere de cuidados, limpieza y mantenimiento mínimo (100%). El sistema de enfoque permite ajustar la altura del sistema óptico sin necesidad de retirar los ojos de los oculares (92.31%). El los binoculares (oculares) son cómodos para visualizar (84.62 %). El proceso de montaje y desmontaje de los componente ópticos es de forma sencilla y segura (61.54 %).</p>
<b>Componente educativo (pedagógico y didáctico)</b>	<p>Es un recurso educativo útil en la clase de biología. Permite visualizar en detalle muestras naturales y las características físicas (tamaño, color y textura). Permite reconocer y distinguir las estructuras anatómicas y morfológicas que lo constituyen. No exige instrucciones complejas ni destrezas especializadas para su adecuado funcionamiento. (100%).</p>

## Conclusiones

Se logra evidenciar que el microscópio estereoscópico sirvió como un recurso didáctico relevante en la enseñanza experimental de la biología, ya que apoyó y facilitó el proceso de enseñanza y aprendizaje, promoviendo aprendizajes que aportan a la formación de los estudiantes en temas de importancia global como es la contaminación atmosférica. De igual forma, se resalta la versatilidad del prototipo experimental para la enseñanza de diversos contenidos que involucren procesos de observación de muestras naturales, ya que proporciona una visión tridimensional a partir del componente óptico del instrumento para enseñar contenidos científicos asociados a las realidades sociales y experiencias cotidianas de los estudiantes.

## **Agradecimientos y apoyos**

Este estudio se realizó en el marco del proyecto de investigación "Propuesta de un modelo de práctica experimental para la enseñanza de las ciencias", Universidad del Valle (convoc. 2015-2). Se agradece al grupo de estudio, Castillo M; Guerrero S; Muñoz H; Ortiz T. por su colaboración y aportes. Como también a González A, Especialista en taller de madera, quien hizo tangible la construcción del microscopio estereoscópico.

## **Referencias Bibliográficas**

Alegría, Julián. La exploración y experimentación del entorno natural: una estrategia didáctica para la enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales. 2013. Tesis (Maestría en Ciencias Exactas y Naturales), Universidad Nacional, Palmira.

Carboni, Giorgio. Building a stereoscopic microscope. Traducción de Desaulniers Donald. Italia, 1997. Disponible en: [http://www.funsci.com/fun3\\_en/uster/uster.htm#34](http://www.funsci.com/fun3_en/uster/uster.htm#34). Acceso el: 10. Oct 2012.

Carboni, Giorgio. Let's Build a Stereo-Zoom Microscope. Traducción de Della Fera Joe. Italia, 2001. Disponible en: [http://www.funsci.com/fun3\\_en/uzoom/uzoom.htm](http://www.funsci.com/fun3_en/uzoom/uzoom.htm). Acceso el: 10. Oct 2012.

Carboni, Giorgio. A Simple Stereoscopic Microscope, Traducción de Pogue Sarah. Italia, 2008. Disponible en: [http://www.funsci.com/fun3\\_en/uster3/uster3.htm](http://www.funsci.com/fun3_en/uster3/uster3.htm). Acceso el: 10. Oct 2012.

Falcón, N et al. Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, V. 6, n. 3, 2009, p.452-465.

Hawksworth, DI; Iturriaga, Teresa; Crespo, Ana. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. Revista Iberoamericana de Micología, V. 22, 2005, p.71-82.

UNESCO. Seminario taller subregional para la Enseñanza de la Biología con equipo a bajo costo. Informe Final. 1987, Santiago de Chile.