

Diseño e implementación de actividades experimentales en educación básica para el reconocimiento de los efectos de un contaminante atmosférico en líquenes

Sergio Alejandro Guerrero Carrillo¹ y Miyerdady Marín Quintero²

¹⁻²Universidad del Valle- 760001

¹sergio.guerrero@correounivalle.edu.co, ²miyerdady.marin@correounivalle.edu.co

Resumen

El estudio presenta una propuesta de secuencia de actividades experimentales para el reconocimiento de los efectos de contaminantes atmosféricos como el dióxido de azufre (SO₂) en líquenes. La metodología de corte cualitativa, exploratorio y descriptivo y con estudio de caso. El procedimiento investigativo constó de cuatro fases: 1. Indagación de concepciones de los estudiantes sobre los líquenes y la contaminación atmosférica, 2. Planificación de la secuencia de actividades experimentales, 3. Implementación en el contexto educativo a estudiantes de grado noveno, y 4. Valoración de los aprendizajes. Los resultados indicaron que los estudiantes logran reconocer la naturaleza de los líquenes e identifican los efectos del contaminante en cuanto a los cambios morfológicos y fisiológicos, entre ellos, la decoloración, deformación y muerte del liquen. La propuesta diseñada e implementada de la práctica experimental basada en el abordaje de problemas contribuye en diversos aprendizajes (conceptual, procedimental y actitudinal) de los estudiantes. De igual forma, establece una relación estrecha entre el problema, el conocimiento teórico y experimental que proporciona una visión más cercana a la actividad científica. Además, la estrategia didáctica con orientación constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias posibilitó el desarrollo de las competencias básicas establecidas por el MEN.

Palabras clave: Actividades experimentales, Bioindicador, Contaminación, Líquenes.

Introducción

La enseñanza de las Ciencias Naturales en Colombia tiene como directrices de la política educativa los estándares básicos de competencias establecidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). De acuerdo a ello, los estudiantes que culminen el nivel básico de escolaridad deben saber identificar los factores de contaminación que hay en su entorno y sus implicaciones para la salud. Sin embargo, se ha evidenciado en las aulas que los estudiantes tienen dificultades en reconocer factores de contaminación que son producidos por la liberación de agentes contaminantes (óxidos de azufre, óxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, entre otros) a nuestra atmósfera, su relación con las diferentes actividades humanas en el manejo, explotación e impacto tecnológico de los recursos naturales y los efectos en la salud de las personas y en otros seres vivos.

En la enseñanza de la biología las prácticas experimentales constituyen uno de los aspectos claves en este proceso, ya que permiten representar de varias maneras distintos

fenómenos de la naturaleza y de esa manera contribuyen a su comprensión. Sin embargo, en las instituciones educativas resultan ser infrecuentes o presentan un diseño tipo receta o se limitan a ilustrar la teoría, que en general, es informada por el profesor o el libro de texto.

De acuerdo con lo anterior surge la siguiente pregunta problema: ¿Cómo a través del uso de actividades experimentales los estudiantes logran identificar los efectos de la contaminación atmosférica en líquenes?

Referentes Teóricos

Contaminación atmosférica y bioindicación

La contaminación atmosférica se da por la acumulación excesiva de sustancias ajenas a la composición natural de la atmósfera, las cuales generan molestias o riesgos para salud de los seres vivos, así como puede atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes.

El monitoreo de los niveles de contaminación atmosférica mediante complejos equipos electrónicos resulta ser muy difícil por su alto costo de adquisición y mantenimiento. Sin embargo, existe un método viable, ampliamente disponible y que puede ser aplicado de manera sencilla y práctica, conocido comúnmente como bioindicación.

Un organismo bioindicador es aquel cuyas funciones vitales se relacionan con efectos medio ambientales, tanto naturales como antropogénicos, de tal manera que pueden ser utilizados para señalar la presencia de algunos de estos factores contaminantes. Los líquenes han sido utilizados en numerosos estudios para estimar los niveles de contaminación atmosférica (Hawksworth, et al, 2005).

Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales

En la enseñanza de la biología las prácticas experimentales constituyen uno de los aspectos claves en este proceso, ya que permiten representar de varias maneras distintos fenómenos de la naturaleza y de esa manera contribuyen a su comprensión. Según Flores, Caballero & Moreira (2009) el laboratorio de ciencias es un espacio de privilegio para la construcción del conocimiento científico en un sentido amplio, es decir, para comprensión de conceptos, para el desarrollo de habilidades intelectuales, sociales y sensoriales motrices y la promoción de actitudes positivas hacia la ciencia.

Metodología

El objetivo que se planteó fue el diseño e implementación de una secuencia didáctica en torno a actividades experimentales que permitan a los estudiantes (14 - 16 años)

identificar los efectos del contaminante SO₂ en líquenes y, por tanto, reconocerlos como bioindicadores de contaminación ambiental.

La metodología es de carácter cualitativo, exploratorio y descriptivo mediante la utilización del estudio de caso, su uso ante contextos educativos y situaciones naturales, resulta ser una estrategia adecuada para investigaciones a pequeña escala, en un tiempo, espacio y recursos establecidos. La muestra de estudiantes es de 5 estudiantes (2 hombres y 3 mujeres) de grado noveno de educación básica de una institución educativa pública de la ciudad de Cali (Colombia). La muestra es intencional. El procedimiento investigativo se estructuró en cuatro fases: 1. Indagación de concepciones de los estudiantes sobre los líquenes y la contaminación atmosférica, 2. Planificación de la secuencia de actividades experimentales, 3. Implementación en el contexto educativo a estudiantes de grado noveno, y 4. Valoración de los aprendizajes.

Resultados

Concepciones de los estudiantes

La indagación de las concepciones de los estudiantes se realizó a partir de un cuestionario abierto sobre contaminación atmosférica y líquenes. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes presentan concepciones que indican dificultades en el aprendizaje de contaminación atmosférica y líquenes:

A los estudiantes se les dificultan comprender que los problemas asociados a la contaminación atmosférica se conectan con su vida y entorno cercano. Se les dificulta distinguir entre causas y efectos de la contaminación. Identifican la contaminación atmosférica con la presencia de medios de transporte, fábricas y la presencia del hombre en el entorno. Mencionan como fuentes de contaminación la tala de árboles, quema de basura y el depósito de basuras. Hablan de polución como los desechos que se expulsan en las fábricas y los carros, sin embargo, no reconocen la existencia de contaminantes gaseosos en el aire y no vinculan los efectos de la contaminación con la afectación a los seres vivos en cuanto a muerte o extinción.

Los estudiantes afirman no haber escuchado sobre ellos en sus clases, cuando se les presenta una fotografía de un líquen, los consideran plantas y algunos en particular musgos. No los identifican en un medio natural.

Plan de actividades experimentales

Desde una perspectiva de la enseñanza histórica y epistemológicamente contextualizada, se entiende que la ciencia involucra una red de elementos conceptual, teórico, instrumental y metodológico que se entrelazan para resolver problemas sobre el comportamiento de la naturaleza, generando un cuerpo de conocimiento compacto en el cual se conjugan aspectos teóricos y prácticos; donde la separación didáctica entre teoría, problema y experimentación no se presenta. Por tanto, se plantea *la práctica experimental en contexto de resolución de problemas en el aula/laboratorio* (Marín, M. 2009), de modo que conlleve en los estudiantes el aprendizaje de la ciencia (involucra

la adquisición y desarrollo de conocimientos teóricos y conceptuales) y de la práctica de la ciencia.

En breve el modelo global se describe a continuación: Inicialmente se define el objeto de estudio, se delimita la realidad a sólo aquellos hechos que manifiesten los eventos, sucesos y/o fenómenos, a partir de los mismos se pueden hallar problemas reales o comunes propios de la cotidianidad, cuyo propósito fundamental es resolver algún aspecto concreto de interés social. Los hechos de la vida real constituyen una fuente propicia para formular problemas escolares, de interés académico. Para que el problema escolar sea resuelto por los estudiantes se demanda de un análisis preliminar de tipo cualitativo a partir del cual se formulan situaciones problemáticas que serían abordados en el aula/laboratorio con un tratamiento teórico-experimental para obtener resultados que se constatarán, interpretando y analizando el vínculo entre ellos para lograr la solución al problema central.

En la planeación de la enseñanza se distinguen cinco momentos didácticos de acuerdo con los objetivos que se proponen: 1. Exploración, 2. Desarrollo, 3. Síntesis y 4. Aplicación, a partir de los cuales se vinculan el proceso de resolución y las fases didácticas de la práctica experimental que será definida como una pequeña investigación como lo indica la tabla 1.

Momento didáctico	Objetivos	Fases y número de sesiones
Exploración	Promover el análisis de situaciones simples y concretas, cercanas a las vivencias. Reconocimiento del problema. Comunicar los distintos puntos de vista o hipótesis.	Pre-trabajo experimental (2 sesiones)
Desarrollo	Facilitar que el estudiante enriquezca su visión inicial del problema y su explicación. Producir una reestructuración en la forma de pensar, de sentir y hablar en relación con el fenómeno asociado al problema de estudio.	Trabajo experimental (8 sesiones)
Síntesis	Elaborar solución al problema. Extraer conclusiones	Post-trabajo experimental (2 sesiones)
Aplicación	Plantear nuevos problemas. Transferir conocimientos aprendidos a otros contextos.	

Tabla 1. Momentos didácticos y objetivos de la práctica experimental

El plan de actividades experimentales (tabla 2) se organiza en torno al problema central, a partir del cual se derivan los sub-problemas que darán solución al mismo. Siendo una pequeña investigación, esta es un tipo de actividad muy completa, precedida de una situación problemática, y en la que se pueden integrar los demás tipos de actividades experimentales (experiencias, experimentos, ejercicios prácticos).

Problema central	
¿Cuáles son los efectos sobre el líquen al ser sometido a exposición de contaminantes atmosféricos?	
subproblemas	Tipo de actividad experimental
¿Cómo reconozco la presencia de líquenes en el entorno escolar a simple vista?	Experiencia
¿Qué instrumentos de laboratorio permiten observar macro y microscópicamente un líquen, cómo realizo observaciones con ellos?	Ejercicio práctico
¿Cuáles son las estructuras morfológicas y anatómicas de los líquenes?	Experiencia
¿Cómo clasifico los líquenes teniendo en cuenta sus características macroscópicas y microscópicas?	Experiencia
¿Qué tipo de líquenes habitan en mi institución?	
¿Cómo relacionar las fuentes de contaminación atmosférica con los contaminantes?	Experimento
¿Por qué se pueden encontrar contaminantes atmosféricos gaseosos lejos de la zona de emisión?	
¿Cuáles son las características del dióxido de azufre (contaminante atmosférico)?	Experimento
¿Cómo obtener dióxido de azufre en el laboratorio?	
¿Por qué es necesario un ambiente cerrado para exponer al líquen a un contaminante como el dióxido de azufre?	Ejercicio práctico
¿Cómo construyo el montaje para un ambiente cerrado?	
¿Cómo puedo identificar el efecto del SO ₂ en el líquen? ¿Qué cambios tienen las estructuras morfológicas y anatómicas del líquen luego de ser expuesto al contaminante SO ₂ ?	Experimento

Tabla 2. Relación problema, sub-problemas y tipo de actividad experimental

La implementación del plan de actividades experimentales se llevó a cabo en diversos lugares escolares, algunas en el aula, el laboratorio y otras en los ambientes abiertos y naturales (patios y zonas verdes). Los estudiantes participantes conformaron un equipo y realizaron cada una de las actividades con apoyo de guías como material de aprendizaje, las cuales sirvieron de esquema de trabajo para orientar respecto al para qué, qué y cómo se llevarán a cabo las tareas en formular, analizar y resolver los problemas. También proporcionaron información pertinente sobre aspectos de prevención y seguridad con el objeto de eliminar o disminuir los riesgos asociados a las prácticas.

Aprendizajes de los estudiantes

Respecto a los aprendizajes de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales sobre contaminación atmosférica y líquenes se encontró que los estudiantes:

Contaminación atmosférica. Logran identificar las fuentes de emisión de gases contaminantes cercanas a la institución educativa (medios de transporte en la localidad y fábricas en el municipio de Yumbo – Valle del Cauca) y relacionan las corrientes de aire en el arrastre de los contaminantes y la propagación de estos por la acción de la lluvia. Conocen las características esenciales del SO₂ y lo identifican como un contaminante atmosférico.

Líquenes. Reconocen la presencia liquenácea en las zonas escolares con mayor riqueza arbórea y arbustiva. Comprenden que los sustratos pueden variar dependiendo de la zona, la mayoría manifiesta que los más frecuentes son los árboles de mangos, palmeras y algunas rocas o ladrillos. Consideran el líquen como una asociación simbiótica de un líquen y un alga. Según lo observado los estudiantes logran identificar que las especies de líquenes que se encuentran en mayor proporción en la institución educativa son los crustáceos y fructiculosos. Identifican las estructuras macroscópicas (morfológicas) y microscópicas (anatómicas) de los líquenes colectados. Clasifican teniendo en cuenta forma de crecimiento, tipo de talo, estructuras de fijación y según sus órganos reproductores: en tres muestras de líquenes colectados, los estudiantes identificaron tres *formas de crecimiento*: crustáceo, foliácea y fructiculosa; los *órganos de fijación* encontrados fueron ricinas, cilios, venas, ombligos y discos de fijación; los *órganos reproductores* como isidios, apotecios y soredios, en relación con *el talo* homómeros (Crustáceos y fructiculosos) y heterómero (Foliácea).

Habilidades y destrezas. Se evidencian mejoras en habilidades como observación, registro y tabulación de datos, destrezas en la ejecución de técnicas de colección de muestras biológicas y de montajes experimentales, como también el uso de instrumentos de observación como lupas y microscopio.

Interés, actitud reflexiva y crítica. Muestran interés y reflexión sobre el estado de deterioro de los líquenes que habitan las zonas escolares, se muestran sensibles y críticos a la problemática de la contaminación sus causas y efectos en la muerte y desaparición de los seres vivos en el hábitat natural.

Los estudiantes afirman que el líquen muere debido a la contaminación aérea por dióxido de azufre, identifican los cambios morfológicos más evidentes como es el cambio de coloración en el líquen, que inicialmente es de color verde y luego de la exposición al SO₂ se observó de un color amarillento con la presencia de manchas rojizas en la superficie liquenácea. Afirman que una de las estructuras más afectadas es la capa algal, ya que el alga fija el SO₂ mediante el proceso de respiración, ocasionando la alteración de la actividad fotosintética y por consiguiente la muerte del líquen.

Conclusiones

Las prácticas experimentales basada en resolución de problemas como pequeñas investigaciones, es una propuesta que aporta a la formación de un pensamiento científico, crítico y reflexivo de las ciencias y su papel en la sociedad, acorde a metodologías que establece la relación entre lo teórico y la experimentación en el abordaje de situaciones problemáticas contextualizadas, cuya resolución involucra conocimientos conceptuales, habilidades, destrezas y actitudes propias de la actividad científica.

El abordaje de problemáticas siconaturales reales, locales y cercanos al estudiante promueve mayor motivación e interés por aprender ciencias naturales. De ahí la pertinencia de abordar el estudio de la contaminación atmosférica y sus afectos en la vida de organismos que habitan los ambientes escolares, que promueven el análisis y reflexión de dichas situaciones mediante su participación personal e interacción social.

Referencias Bibliográficas

- Flores, J.; Caballero, M. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68 (33): 75-111.
- Hawksworth D.L.; Iturriaga T. y Crespo A. (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio – ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología*, 22: 71-82.
- Marín, Miyerdady (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Revista EDUCyT* 1: 37 - 52.