

Resolución de problemas experimentales de biología: aplicación en un ciclo didáctico sobre la función de relación en las plantas

Ana Milena Grajales-Higueta*

Resumen

En este texto se muestra la aplicación, con estudiantes de grado octavo, de un ciclo didáctico centrado en prácticas de laboratorio en el cual se implementan estrategias de resolución de problemas experimentales en la fase de aplicación, de manera que el estudiante completa un proceso de construcción de conocimiento que incorpora los métodos procedimentales como una parte esencial para la aplicación de nuevos saberes. Se aborda un subtema de la unidad didáctica sobre biodiversidad: la función de relación en los seres vivos. La realización de las prácticas experimentales se basa en problemas diseñados por el docente y resueltos por los estudiantes, de modo que estos últimos deben plantear una hipótesis, diseñar un procedimiento, registrar los datos y presentar los resultados y conclusiones de manera individual. Esto genera en los estudiantes, además de un alto grado de motivación, una apropiación del proceso experimental, así como una buena justificación apoyada en las teorías vistas en clase. Se concluye que las prácticas de laboratorio, más allá de ser una herramienta didáctica motivadora, son oportunidades para el aprendizaje de contenidos, siempre y cuando estas sean concebidas como pequeñas investigaciones y no como meras reproducciones de recetas.

Palabras clave

Ciencias naturales, ciencias de la vida, laboratorio escolar, enseñanza de las ciencias.

*Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Docente de la Institución Educativa la Independencia. Medellín, Colombia. Correo electrónico: amgrajalesh@gmail.com; Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5769-2966>

Cómo citar este artículo:

Grajales-Higueta, A. (2019). Resolución de problemas experimentales de biología: aplicación en un ciclo didáctico sobre la función de relación en las plantas. *Revista Mova*, 1(1), 35-45.

Recibido: 2019/06/07 / Aceptado: 2019/07/29

Solving Experimental Problems in Biology: Application in a Didactic Cycle on the Relation Function in Plants

Abstract

This text shows the application, with eighth grade students, of a didactic cycle focused on laboratory practices in which processes of experimental problem solving are inserted in the application phase, in such a way that the student completes a process of construction of knowledge that incorporates the procedural methods as an essential part for the application of new knowledge. A sub-theme of the didactic unit on biodiversity is addressed: the relationship function in living beings. The implementation of experimental practices is based on problems that are designed by the teacher and solved by the students, who must propose a hypothesis, design a process, record data and present the results and conclusions individually. This generates in the students, in addition to a high degree of motivation, an appropriation of the experimental process, as well as a good justification based on the theories studied in class. We conclude that laboratory practices, beyond being a motivating didactic tool, are opportunities for content learning, as long as they are conceived as small-scale investigations and not as simple reproductions of recipes.

Keywords:

Natural sciences, life sciences, school laboratories, science education.

Received: 2019/06/07 / Accepted: 2019/07/29

Introducción

Varias investigaciones se han realizado en relación al valor de las prácticas de laboratorio como un recurso didáctico importante para la aplicación de técnicas, para despertar el interés de los estudiantes o para evaluar los aprendizajes obtenidos (Bastida, Ramos y Soto, 1990). Sin embargo, se utilizan las prácticas de laboratorio como un recetario en el que se le entrega al estudiante una guía o diagrama de flujo en el que este debe seguir paso a paso una serie de indicaciones dadas por el docente para, al finalizar el proceso, obtener un resultado acertado o equivocado, dependiendo de su adecuado seguimiento de instrucciones. Podría decirse que es comparable y cumple la misma función que las tecnologías de la información y la comunicación (Séré, 2002). Es por esto que según Bastida de la Calle *et al.* (1990), y Merino y Herrero (2007) las prácticas experimentales se están convirtiendo en imposiciones positivistas en las que se evalúa solo el seguimiento de instrucciones. Es decir, se está perdiendo la potencialidad de las actividades experimentales para ser utilizadas como pequeñas investigaciones dirigidas (Merino y Herrero, 2007) basadas en solución de problemas.

Teniendo en cuenta las anteriores apreciaciones, en esta investigación se diseñó una unidad didáctica sobre la biodiversidad en la cual se aplicó la solución de problemas con prácticas de laboratorio no dirigidas para evaluar su incidencia en el desarrollo de las habilidades científicas de los estudiantes –actitudinales, procedimentales y conceptuales– que se pueden lograr con las prácticas de laboratorio (Pro Bueno, 1998). Estos estudios han sido probados en la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente en las áreas de física y química, como en la prueba realizada por Insausti y Merino (2000); sin embargo, poco se ha realizado en biología. Igualmente, durante la investigación de García, Martínez y Modelo, se pudo comprobar la importancia que tienen para los docentes de ciencias naturales las experiencias de laboratorio, a la vez que se hace una crítica a las prácticas tradicionales. De esta manera, los objetivos de esta investigación son:

- Diseñar una unidad didáctica sobre la función de relación en los seres vivos para el grado octavo que incorpore la realización de prácticas de laboratorio no dirigidas.
- Propiciar un espacio para el desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de grado octavo mediante la implementación de prácticas de laboratorio no dirigidas.
- Evaluar la incidencia de una unidad didáctica que incorpora una práctica de laboratorio no dirigida a partir del análisis de los informes de laboratorio y las declaraciones de los estudiantes.

Metodología

Para esta investigación se elaboró una unidad didáctica sobre biodiversidad, la cual se dividió en tres subtemas: las relaciones ecosistémicas, la función de relación de los seres vivos y los ciclos biogeoquímicos.

La función de relación versa sobre las reacciones de los seres vivos ante los estímulos que brinda la naturaleza. En el caso de los animales, estas funciones son coordinadas gracias al sistema nervioso y endocrino; sin embargo, en el caso de las plantas, como estas no tienen sentidos que perciben los estímulos, el mecanismo de reacción ante los estímulos externos es muy diferente y a veces imperceptible para el ojo humano. Es por esto que cuando el docente lanza la pregunta ¿las plantas se mueven?, los estudiantes responden con un contundente no. Sin embargo, cuando se les pregunta si una planta puede tener cambios en la dirección de crecimiento, ya sea para buscar una fuente de agua o de luz, su respuesta es afirmativa. Por lo tanto, se puede llevar al grupo a la conclusión de que, en efecto, las plantas se mueven.

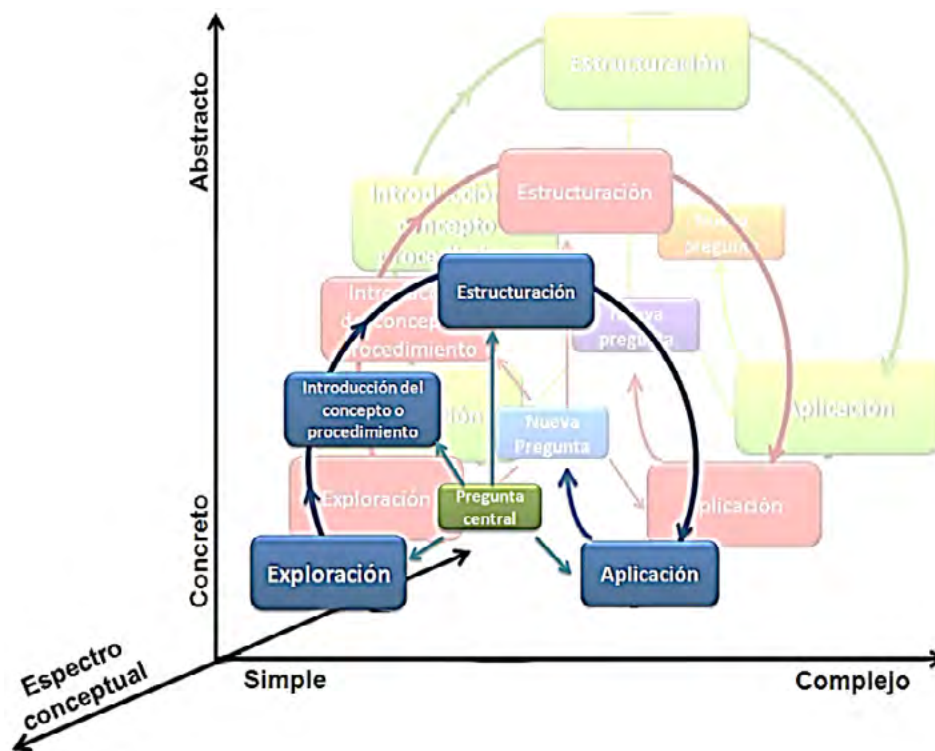
Las plantas tienen mecanismos para realizar la función de relación, entre las cuales están las nastias y los tropismos. Las nastias son respuestas temporales que no afectan el crecimiento de la planta, como el olor de las flores, el movimiento en búsqueda de sol, etc. Los tropismos son respuestas permanentes que afectan el crecimiento de la planta, ya sea el crecimiento de la raíz en busca de agua, o el movimiento del tallo en busca de la luz solar. Unos de los ejemplos más usados para ejemplificar la función de relación en las plantas es la tigmomastia de la *Mimosa pudica*, más conocida como la dormilona, la cual al ser tocada efectúa el movimiento de cerrar sus hojas para lograr la supervivencia y evitar ser comida. También está el ejemplo del movimiento de las plantas insectívoras, como la *Dionaea muscipula* que cierra sus hojas para atrapar insectos y obtener los nutrientes necesarios para su crecimiento. Como estos, existe un sinnúmero de ejemplos.

La unidad didáctica es aplicada a cuatro grupos de grado octavo del Colegio Colombo Británico de la Ciudad de Envigado. La institución educativa se encuentra ubicada en la zona urbana de la ciudad y está rodeada de varias calles principales, por lo que se encuentra expuesta a contaminación acústica, polvo y gases provenientes de los automóviles que circulan cerca; sin embargo, al interior del colegio existen varias zonas verdes que permiten a los estudiantes un acercamiento a la naturaleza. Cada grupo tiene un máximo de 30 estudiantes con una edad promedio entre 13 y 15 años, y predomina el sexo masculino sobre el femenino en proporción de 2:1. Este centro educativo cuenta con ayudas audiovisuales, como videobeams, sistemas de sonido, televisores, salas de sistemas, entre otros. También

cuenta con un aula-laboratorio dotada con una gran variedad de reactivos y materiales que pueden aplicarse a diferentes etapas de la enseñanza en todas las asignaturas de ciencias naturales (biología, física y química).

Para el diseño de la investigación, se tomó el ciclo didáctico propuesto por Jorba y Sanmartí (1994), en el que se plantean cuatro grandes fases: exploración, introducción, estructuración y aplicación (ver Figura 1), las cuales están basadas en una pregunta central. En la fase de *exploración* es donde se exploran saberes previos y se presentan los conceptos que se quieren enseñar a partir de situaciones concretas y simples. En la fase de *introducción* se plantean situaciones progresivamente más abstractas, empezando por las más intuitivas y fáciles de manipular. En la fase de *estructuración* el estudiante sistematiza y estructura lógicamente el nuevo saber; se da una formalización. En la fase de *aplicación* el estudiante

Figura 1. Adaptación del Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1994)



Fuente. Grajales-Higueta y González-Mesa (2009)

utiliza los nuevos conceptos para interpretar la realidad y solucionar la pregunta; sin embargo, esta aplicación genera nuevas preguntas y comienza nuevamente el ciclo.

Aunque las experiencias de laboratorio pueden ser utilizadas en cualquiera de las fases del ciclo didáctico, la secuencia lógica sería adoptarla en la fase de aplicación (Merino y Herrero, 2007) pues se trata de interpretar los conceptos aprendidos en situaciones problema concretos o contextuales.

Durante toda la unidad didáctica, la temática central era la biodiversidad, aunque para ligarla a una pequeña investigación de las prácticas de laboratorio, esta se dividió en varios subtemas, entre los cuales se encontraban las relaciones ecológicas y la función de relación en plantas y animales.

Resultados y análisis

- *Primera fase (exploración):* Para captar la atención del estudiante, motivarlo y diagnosticar los saberes previos, se optó por un concurso de preguntas lanzadas a equipos conformados por 3 o 4 estudiantes. Los equipos acumulaban puntos al responder correctamente las preguntas y en caso de que ninguno lo hiciera, estas eran respondidas y analizadas por la docente. En esta etapa se pudo reconocer que los estudiantes tenían buenas bases relacionadas con el conocimiento del sistema nervioso, diferenciación de las funciones vitales y la importancia del ambiente para los seres vivos. Sin embargo, presentaban debilidades conceptuales en biología celular, sistema endocrino y características generales de plantas y animales.
- *Segunda fase (introducción):* Se utilizó una presentación realizada con la página web www.prezi.com, la cual permite anclar videos y animaciones para hacer una explicación del tema mucho más amigable. Adicionalmente, aprovechando los recursos físicos con los que cuenta la institución educativa y con el objetivo de que los estudiantes ampliaran los temas abordados, se realizó una webQuest sobre tropismos y nastias, en la cual los estudiantes podían acercarse más a la manera de buscar información acertada en la web.
- *Tercera fase (estructuración):* En esta etapa se utilizó un taller de 10 puntos que cada estudiante realizaba en su cuaderno, de manera que se podían comprobar algunos de los conocimientos aprendidos hasta el momento teniendo en cuenta las fases anteriores.

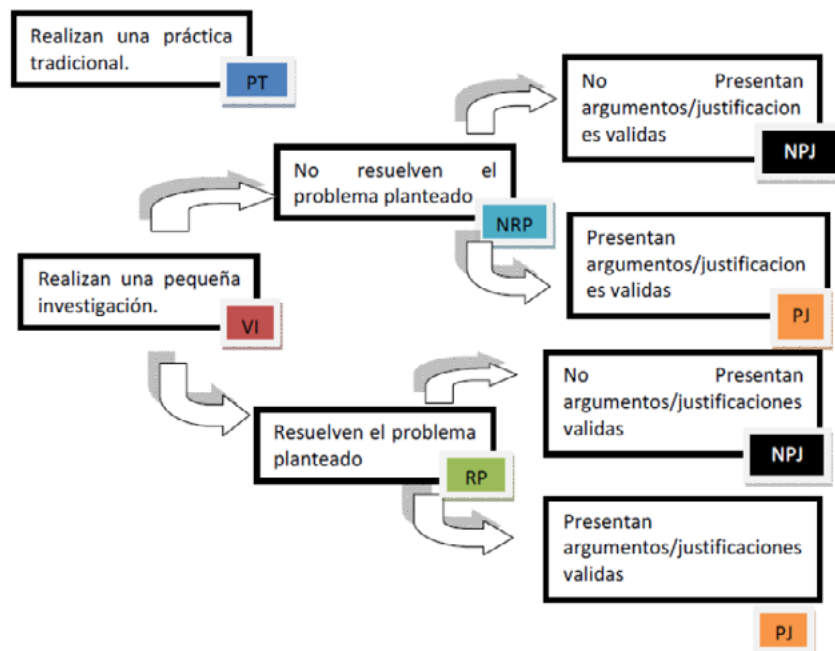
Se permitió la socialización de las respuestas para facilitar una mejor realimentación de los temas. Las preguntas usadas en el taller fueron de análisis y reflexión, evitando soluciones textuales.

- **Cuarta fase (aplicación):** Finalmente, para reconocer lo aprendido se utilizó la práctica de laboratorio realizada en equipos de mínimo 3 estudiantes; no se permitieron grupos de menos personas, pues se perdería la diversidad de pensamientos y la discusión en el trabajo en grupos. Para esta fase, se utilizaron varias sesiones de clase. En una, los estudiantes identificaban el problema y diseñaban ellos mismos una metodología para solucionarlo. Este fue el momento más crítico, pues los estudiantes, que estaban acostumbrados a un laboratorio tipo recetario (Barberá y Valdés, 1996) y no a un laboratorio basado en problemas, demostraron un alto grado de motivación e interés, pero también temor. A cada uno de los equipos se le asignaron varios problemas a resolver sobre la función de relación en las plantas; por ejemplo, la demostración de que existen varios tipos de tropismo: fototropismo, gravitropismo, hidrotropismo, quimiotropismo y tigmotropismo. Así, los equipos de trabajo resolvían problemas diferentes, pero del mismo tema. Se pudo evidenciar también gran creatividad para realizar el diseño metodológico. Seguidamente, con ayuda de la docente, se hacían las asesorías pertinentes para optimizar la metodología a seguir.

En la siguiente sesión se utilizó el tiempo para el montaje y la preparación del experimento. Aunque los equipos de trabajo tenían problemas similares, los montajes eran completamente diferentes, pues buscaban solucionar aspectos diversos sobre la función de relación en las plantas. En las clases posteriores se brindaba espacio para la observación de los experimentos y la obtención de resultados, y también para hacer cambios sobre la marcha si esto era necesario (en caso de que se marchitaran las plantas y fuera necesario volver a sembrar). Usando la sala de sistemas, los equipos prepararon una exposición con diapositivas en la que explicaban a todo el grupo los resultados obtenidos y las conclusiones a las que llegaron. Este insumo se utilizó para el análisis documental del informe de la práctica, para el cual se utilizó el esquema de evaluación que se puede ver en la Figura 2.

Finalmente, se realizó una pequeña feria científica con los cuatro grupos de octavo grado de la institución, a la que se invitaron también los grados sextos y séptimos a observar y participar. Para esta exposición los estudiantes utilizaron un póster con el informe del experimento, el cual contenía: pregunta, objetivo, hipótesis, materiales utilizados, procedimiento, resultados y conclusiones (corregidas en clases anteriores); además, elaboraron un plegable con el marco teórico.

Figura 2. Esquema usado en la clasificación de las prácticas



Fuente. Estudiantes Colegio Colombo Británico del Municipio de Envigado

Conclusiones

Las prácticas de laboratorio concebidas como pequeñas investigaciones, y no como un recetario, permiten la implementación de habilidades científicas (Hodson, 1994). Este acercamiento al trabajo científico permite descubrir varios tipos de habilidades: en primer lugar, actitudinales –a menudo menospreciadas por los estudiantes (Séré, 2002)–, como lo son la proactividad, la creatividad y la disposición evidenciadas en el diseño metodológico instituido por los estudiantes; en segundo lugar, habilidades procedimentales: al saber cómo consultar temas de su interés y dónde consultarlos, y al trabajar en equipo cuando se tiene en cuenta no solo la opinión de los participantes, sino también las destrezas de cada uno; y finalmente, habilidades conceptuales: desplegadas a la hora de recurrir a los argumentos-conceptos trabajados en clase.

Los resultados obtenidos en la fase de aplicación del ciclo didáctico muestran que la presentación a los estudiantes de la propuesta de práctica de laboratorio basado en problemas –y no como un recetario– genera en primera instancia temor al fracaso, pero también motivación e interés por tratar de solucionar los problemas. En una segunda instancia los estudiantes se apropian del diseño metodológico, pues fue creación de ellos mismos. Esto se evidencia en el registro de los datos que tomaron, pues este estaba bien estructurado en la elaboración de tablas, videos y fotos relevantes que fueron reconocidas por todo el grupo en los ejercicios de socialización. En la mayoría de los casos, las hipótesis planteadas por los equipos se pudieron comprobar y se realizaron justificaciones válidas apoyadas en la teoría abordada en clases anteriores, lo que permitía analizar los errores procedimentales que pudieran haber tenido (esto en los casos de los equipos que no pudieron comprobar sus hipótesis). De la misma manera, se pudo ver que algunos equipos de trabajo (aproximadamente la mitad) realizaron adaptaciones de prácticas tradicionales, implementando sutiles cambios que permitieron el registro de datos consecuentes con las hipótesis planteadas. Aunque este ítem podría considerarse un retroceso, se puede abonar que los estudiantes buscaron trabajos previos que fueran similares para tratar de comprobar la solución a su problema. El hecho de tomarse el trabajo de buscar un estado del arte a pequeña escala también hace parte del trabajo científico e investigativo.

A modo de conclusión, es de resaltar que este es un trabajo preliminar, pues se puede continuar con otros temas que permitan ampliar la aplicación de la solución de problemas a las prácticas experimentales, no solo de biología, sino de todas las ciencias naturales. El uso de las prácticas de laboratorio como elemento motivacional o para ratificar teorías, es válido; sin embargo, si estas solo se utilizan siguiendo un diagrama de flujo, paso por paso y sin reflexión final, la experiencia carece de sentido y se convierte en una simple actividad sin propósito formativo. Lo realmente importante de las prácticas de laboratorio es acercar al estudiante al pensamiento y a las habilidades científicas. El hecho de generarse preguntas e hipótesis, y comprobarlas, es mucho más importante que obtener un resultado que ya se conocía antes de comenzar, tal como ocurre en las prácticas experimentales tradicionales tipo recetario.

Referencias

Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21466/93439>

- Bastida de la Calle, M., Ramos, F. y Soto, J. (1990). Prácticas de laboratorio: ¿Una inversión poco rentable?. *Investigación en la escuela*, 11, 77-91. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/59263>
- García, S., Martínez, M., y Mondelo, M. (1995). El trabajo práctico. Una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 13(2), 203-209. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v13n2/02124521v13n2p203.pdf>
- Grajales-Higuera, A. (2015). *Resolución de problemas experimentales de biología: Una valoración preliminar mediante la aplicación de un ciclo didáctico* (Tesis de maestría no publicada). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/48503/1/43983520.2015.pdf>
- Grajales-Higuera, A. y González-Mesa, H. (2009). *Ecosistemas y pensamiento complejo: Una propuesta de intervención para la enseñanza de las ciencias basada en procesos de modelización. Grupo de investigación educación en ciencias experimentales y matemáticas –Gecem–*. Universidad de Antioquia. Recuperado de <https://bit.ly/2KzIbGp>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21370/93326>
- Insausti, M. y Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em ensino de ciências*, 5(2), 93-119. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/613/403>
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de evaluación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias naturales y matemáticas*. Barcelona: Ministerio de Educación y Cultura. Recuperado de <https://bit.ly/2FGhnS7>
- Merino, J. y Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 630-648. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N3.pdf
- Pro Bueno, A. (1998). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en la clase de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 21-41. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v16n1/02124521v16n1p21.pdf>

Séré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias*, 20(3), 357-368. doi: <https://doi.org/10.1002/sce.10040>

