

Enseñanza por investigación: una experiencia en el Liceo “Los Cerrillos”

Por Silvy Lurette y María José Albo *

Para los estudiantes de educación media, la ciencia parece algo ajeno. Del mismo modo, el método científico les resulta abstracto, riguroso y que sólo los sabios saben usar. En Uruguay, la integración de la ciencia como método y pensamiento al sistema educativo está limitada a experiencias extracurriculares, y es una iniciativa que necesita ser más explorada. En este artículo se expone una experiencia concreta y puntual de enseñanza por investigación en el aula realizada para y con estudiantes de Bachillerato.

La ciencia en los modelos educativos

En muchos países del mundo se han desarrollado diferentes modelos de enseñanza de la ciencia en la Educación Media. En términos generales, se pueden identificar tres modelos básicos que fueron surgiendo cronológicamente: 1) Modelo de enseñanza por transmisión de conocimiento, 2) Modelo de enseñanza por descubrimiento y 3) Modelo de enseñanza por investigación. Los dos primeros se han aplicado y han sido asimilados en Uruguay.

1- En el modelo de enseñanza por transmisión, el conocimiento se presenta como exacto y acabado y el docente tiene el rol de transmitirlo al estudiante. Si bien el docente puede tener la intención de incentivar la actitud científica en el estudiante a través de experimentos detallados a modo de recetas, es el mismo docente quien lo ejecuta o lo guía paso a paso.

2- En el modelo de enseñanza por descubrimiento lo fundamental es la observación y la experimentación, que conducirían a la reconstrucción del conocimiento científico. Por ejemplo, el docente entrega al estudiante una guía de procedimientos al cabo de los cuales estaría en condiciones de elaborar varios preparados de tejidos animales y deducir por sí mismo que los animales están formados por células.

Tanto el primero como el segundo modelo presentan a la ciencia como una acumulación de hechos y teorías que surgen de la aplicación del método científico a diferentes cuestionamientos y que se enseña por transmisión fiel, o a través de repetir los pasos que se detallan en el método.

3- El modelo de enseñanza basado en investigación se fundamenta en una forma diferente de ver la ciencia y el conocimiento, ya que ambos están constantemente cuestionados desde la interna del colectivo científico, asumiendo que todo

conocimiento es provisorio. Asimismo, utiliza múltiples metodologías y no solamente una, en contraposición con los otros modelos mencionados. De hecho, si pensamos en una situación didáctica congruente con el modelo por descubrimiento, el conocimiento científico solo se presenta al estudiante de manera indirecta, a través de una descripción del procedimiento que deberá seguir para arribar a una conclusión. Sin embargo, la enseñanza por investigación tiene por supuesto un conocimiento científico no acabado y cuestionable. Por ejemplo, a partir de información disponible en videos, noticias, artículos, o la propia observación de un evento, surgen preguntas que se pueden transformar en temas investigables y cuyas respuestas se puedan buscar mediante la observación y la experimentación.

Por otro lado, a lo largo de la historia de la Educación Media varios pedagogos y psicólogos han considerado importantes las relaciones interpersonales, el aprendizaje significativo e involucrar el discurso científico en el aula. Entre ellos está el psicólogo ruso Lev Vygostky (1), cuya obra se divulgó a partir de 1960, quien jerarquizó la importancia que tiene la relación interpersonal en el desarrollo cognitivo del ser humano. Este tipo de relación interpersonal que puede ser entre un docente y un estudiante o entre estudiantes, actúa a nivel de una zona de desarrollo que él llamó “zona de desarrollo próximo” y que corresponde a aquello que un estudiante no puede resolver solo, pero sí con la ayuda de otro, un tutor.

Posteriormente, David Ausubel (2), psicólogo y pedagogo estadounidense, propuso la importancia del aprendizaje significativo, en el cual el nuevo aprendizaje se ancla en los conocimientos previos del estudiante valorizándolos y enriqueciéndolos. Varios autores posteriores integran el lenguaje como pilar fundamental para la construcción del conocimiento científico escolar, el cual se genera en el aula durante la educación primaria y secundaria (3, 4). Además se ha sugerido que este debe darse en un contexto recreado por la institución educativa, que no es el contexto científico, con normas distintas y estrategias dosificadas de acuerdo a las posibilidades de los estudiantes. De esta

manera la indagación se lleva adelante como forma de incitar el interés de los jóvenes por las actividades científicas, promover estudiantes activos, fortalecer el desarrollo de técnicas, destrezas y estrategias.

Propuesta didáctica desde la ciencia

La educación científica en el currículo de Ciclo Básico de Educación Secundaria uruguayo tiene como objetivo contribuir a facilitar la comprensión del mundo y de la manera en que se construye el conocimiento científico. Es de esperar que al finalizar Ciclo Básico el estudiante sea capaz de comunicar los conocimientos a través de distintos códigos, desarrollar estrategias de investigación y construcción de saberes acorde a su etapa de formación. Como está descrito en el Programa de Ciencias Biológicas Reformulación 2006 "Propiciar la alfabetización científica" es el primer objetivo de Bachillerato. Esto implica aprender a plantear preguntas investigables, pensar posibles respuestas y predicciones, llevar adelante diseños experimentales, recabar datos, discutir y argumentar, para finalmente obtener conclusiones.

A pesar de que en la concepción de los planes educativos de Uruguay se sugiere la necesidad de hacer enseñanza por investigación, no existe ninguna estructura formal para que esta enseñanza se desarrolle. De hecho, todas las actividades que acercan la educación a la investigación son extracurriculares y transcurren en forma paralela a los cursos del propio bachillerato. Actualmente se llevan adelante propuestas didácticas que fomentan el interés por las actividades científicas, como: los "clubes de ciencia", donde los estudiantes llevan adelante proyectos; el "Concurso Anual de Introducción a la Investigación", experiencia llevada adelante desde el 2014 por la Inspección de Ciencias del Consejo de Educación Secundaria (CES); "videoconferencias del programa Acortando Distancias (ANII)", que propician la comunicación entre los alumnos y docentes de una clase y los investigadores.

Dada la necesidad de fortalecer las estrategias de investigación de los estudiantes y de generar conocimiento compartido significativo para todos los participantes, decidimos realizar un trabajo interdisciplinario de ciencia y educación. Particularmente, se quiso promover el fortalecimiento del discurso científico escolar de los estudiantes de 2° de Bachillerato Diversificado Ciencias Biológicas (2°BDCB).

Esta propuesta puntual tiene la particularidad de entramar la investigación al currículo de bachillerato, incorporándola al currículo anual y además mantener el contacto entre enseñanza media e investigación de tal manera de garantizar el aprendizaje activo y protagónico de los participantes.

Vivir la ciencia en el aula

Para poder llevar a cabo esta propuesta didáctica decidimos utilizar las arañas como modelo de estudio. Esta elección se basó en múltiples factores. En principio hay más de 200 especies de arañas descritas en Uruguay y convivimos con ellas día a día. Son animales que generan temor pero a la vez atracción. Aunque son en su mayoría inofensivas para el hombre, el inconsciente colectivo y cultural las revela como feas y peligrosas. Asimismo, estudiarlas permite al estudiante conocer animales modelo diferentes a los más comunes como ratones, cobayos o moscas, valorando la biodiversidad como objeto de estudio. Y además, muy importante, son relativamente fáciles de encontrar, obtener y mantener en condiciones de laboratorio. Para completar el panorama, existen en el país varios grupos de investigadores expertos en este grupo animal y con quienes se puede interactuar.

Dentro de las arañas elegimos trabajar con una especie que estuviera bien estudiada y que además presentara comportamientos interesantes para investigar. La especie estudiada fue *Paratrechalea ornata* perteneciente a la familia Trechaleidae. Es una araña pequeña y semiacuática que se encuentra cerca de cursos de agua en Uruguay. Machos y hembras se pueden identificar por sus órganos copuladores y por la coloración de sus quelíceros (piezas bucales), más rojizos en los machos. Este modelo de estudio tiene una característica única y cautivante: el macho ofrece a la hembra durante el cortejo una presa envuelta en seda, a modo de regalo nupcial (5). Durante el cortejo el macho baila ofreciendo el regalo y la hembra es la que elige si aparearse o no con ese macho. Cuando la hembra muerde el regalo con sus quelíceros significa que aceptó la cópula. Durante la misma, mientras la hembra manipula y come el regalo, el macho transfiere los espermatozoides. Las hembras pueden aparearse varias veces en su vida y luego de varios apareamientos construyen una bolsa de huevos llamada ooteca, la que cuidan y transportan hasta que nacen las arañitas.



Macho (derecha) ofreciendo regalo nupcial, una presa envuelta en seda, a hembra (izquierda) durante el cortejo. Especie *Paratrechalea ornata*. Foto: M. Trillo.

Los comportamientos relacionados con el cortejo facilitan el estudio en el aula y lo hacen atractivo a los estudiantes. Ellos pueden, por ejemplo, observar y analizar regular y metódicamente si el tamaño de la presa o el color de la envoltura en seda del regalo afectan la decisión de la hembra. Además el programa educativo nacional requiere que el abordaje de los contenidos tenga un enfoque eto-eco-evolutivo, que incluye una visión comportamental, ecológica y evolutiva de las especies estudiadas en los sistemas ecológicos. En este enfoque deben estar incluidos conceptos como población, selección sexual, homeostasis, reproducción, nutrición, relación con el medio, todos ellos abordables mediante la investigación de este modelo en el aula. La propuesta didáctica se realizó durante el 2013 y generó un proceso de comunicaciones entre estudiantes, la docente y la investigadora a lo largo de todo el año, en simultáneo con el resto del programa educativo.

Los estudiantes fueron escribiendo sus preguntas, las que mayoritariamente en un principio fueron enciclopedistas, es decir cuyas respuestas fácilmente se encontraban en un libro o en diferentes sitios accesibles por Internet. A lo largo de las semanas se guió a los estudiantes con lecturas y discusiones que finalmente terminaron en el armado de nuevas preguntas, esta vez accesibles a experimentación propia. Este proceso se generó a través de críticas argumentadas entre los distintos grupos de estudiantes y la posterior reformulación de propuestas. Una vez seleccionadas las preguntas, los estudiantes en diferentes grupos de trabajo plantearon sus hipótesis y predicciones, formulando diseños experimentales concretos. Del conjunto de ideas se seleccionaron los experimentos que eran factibles de responder con investigación en el aula. Las observaciones se realizaron durante la clase, concretamente en horas de prácticos, e involucró el cuidado de las arañas (alimentación), su manipulación cautelosa, mientras que también filmaron y fotografiaron sus comportamientos. Una vez que terminaron con las observaciones, los estudiantes analizaron los datos, realizaron tablas con los resultados y las respectivas gráficas que les permitieron ver relaciones entre variables.

Posteriormente, redactaron los resultados y las conclusiones, presentándolos a través de un informe de investigación.



Estudiantes de 2° de Bachillerato Diversificado Ciencias Biológicas, liceo "Los Cerrillos" en Concurso Anual de Introducción a la Investigación (CES), 2014. Foto: S. Lurette



Estudiantes de 2° de Bachillerato Diversificado Ciencias Biológicas en el laboratorio del Liceo Los Cerrillos, Canelones, 2013. Foto: S. Lurette

Además, durante el siguiente año 2014, estando los estudiantes cursando 3° BDCB, realizaron exposiciones orales y presentaron su informe en el Concurso Anual de Introducción a la Investigación organizado desde la Inspección del Consejo de Educación Secundaria (CES) quedando seleccionados entre los ocho mejores por los asistentes pares y docentes. Esa instancia fue una parte del proceso de aprendizaje relevante, ya que ellos eran los protagonistas de sus propias investigaciones.

La importancia de esta experiencia

Si bien llevar adelante a lo largo de un año un proyecto de ciencias con los estudiantes es una tarea que involucra mayor elaboración y desarrollo de la propuesta educativa formal, es en sí una experiencia enriquecedora para todos los involucrados. Desde nuestra vivencia y como indicó Jiménez Aleixandre (6), el uso de este modelo didáctico resulta en la transformación del grupo de estudiantes en una comunidad de aprendizaje. En ésta cada subgrupo se dedica a aspectos específicos de la investigación, contemplando sus propias preguntas y predicciones que luego comparten con los demás grupos. Al realizar su propia investigación los jóvenes se contagian en el deseo de iniciar caminos de búsqueda y respuesta, derrumbando la idea de que sólo el docente podrá darles respuestas acertadas.

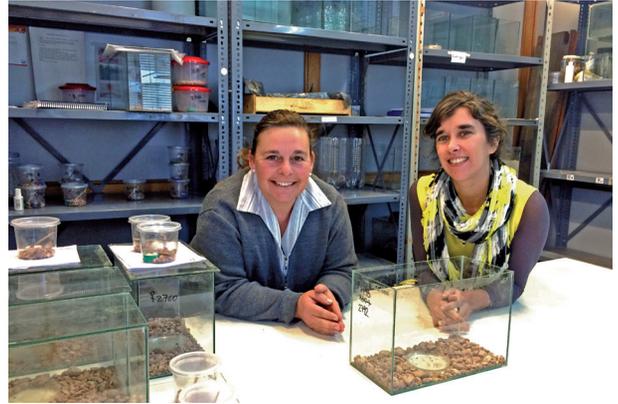
Desde el punto de vista del docente, aunar esfuerzos entre ciencia y educación involucra una actualización en la temática de estudio, así como un acercamiento estrecho con la realidad de los investigadores en Uruguay, sus métodos, su forma de razonar y su trabajo. Lo que consecuentemente le permite introducir, además de conceptos, diferentes metodologías a los estudiantes. Para el investigador, brindar los conocimientos mediante el acercamiento con la educación media ofrece una oportunidad no sólo de compartir sus investigaciones e interactuar con la sociedad, sino un desafío para transmitir la información de manera sencilla e integral, sin perder rigurosidad. Es de hecho uno de los objetivos en ciencia comunicar a la sociedad que integra los conocimientos de forma que esta conozca y difunda su trabajo.

Esta visión alternativa donde la investigación nace íntimamente en el aula promueve un rol educativo importante del investigador, con aportes de ideas y discusiones que subsecuentemente el docente utiliza en sus clases. Asimismo, los estudiantes pueden actuar como observadores objetivos que siempre son necesarios a la luz de toda investigación (7).

La alianza investigación-educación es una experiencia que posiciona ambos roles en otros lugares distintos de los habituales, y que mediante el diálogo permanente permite desarrollo y fluidez del conocimiento de un terreno a otro. Promover formalmente el modelo de "enseñanza por investigación" en Uruguay mejoraría notoriamente el desarrollo intelectual de estudiantes, docentes e investigadores.

Notas

1. Vygotsky, L.S. (1995). Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas. Moscú: Ediciones Fausto.
2. Ausubel, D.P. (2000). The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
3. Bruner, J. (1997). La educación, puerta de la cultura. Madrid: Visor.
4. Jiménez Aleixandre, M., Pilar, M. y Díaz de Bustamante, J. (2003a). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. Enseñanza de las ciencias, 21: 359-370
5. Albo, M.J. 2009. Regalos nupciales en arañas. Revista Uruguay Ciencia N°6: 26-28.
6. Jiménez Aleixandre, M., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pediraci, E.



Silvy Lerette y María José Albo reunidas en el laboratorio de Etología, Ecología y Evolución, Instituto de Investigaciones Clemente Estable (IIBCE). Foto: M. González.

- y De Pro, A. (2003b). Enseñar ciencias. Barcelona: Graó.
7. Costa, F.G. y Pérez-Miles, F. (2015). Las tarántulas de la carretera enigmas ambulantes. Revista Uruguay Ciencia N°20: 24-27.

**Silvy Lerette es Profesora de Ciencias Biológicas de Bachillerato del Liceo Los Cerrillos, Canelones, Uruguay.*

María José Albo es Doctora en Ciencias Biológicas e investigadora del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, Montevideo, Uruguay. Teléfono: 24871616, int. 160. silvylerette@gmail.com



XII Congress

International Society for Neuroethology

March 30 - April 3

Satellite Activities: March 28 - 30

Radisson **Montevideo** Victoria Plaza Hotel

INSCRIPCIONES ABIERTAS: Fecha límite: 15-01-2016

La Sociedad Internacional de Neuroetología realiza su Congreso Oficial por primera vez en Latinoamérica y ha elegido Montevideo como sede

 **www.icn2016.uy**
Montevideo, Uruguay


International Society for Neuroethology
www.neuroethology.org