

Reflexiones sobre la enseñanza de la Ciencia y la Biología en especial¹

Mariela Cutinella²

“Despertar la conciencia del fenómeno naturaleza es comenzar un largo camino cuyo recorrido irá enriqueciendo a quien lo transita. El profesor de Historia Natural que piense que es solamente información o formación científica lo que imparte, tiene una limitada concepción del ámbito de su temática. Muchas asignaturas pueden enseñar a ganarse la vida. La historia natural puede enseñar a no perderla al evitar el vivir sin advertir la vastedad de nuestro ser y la de lo que nos rodea”. Torres de la Llosa. (1988)³.

La enseñanza de las Ciencias, en la actualidad, pasa por un momento crucial en la medida que es visualizada como uno de los factores que podrían intervenir positivamente en el desarrollo de actitudes y valores que permitan avanzar hacia la solución de problemas mundiales como son los ambientales, la formación ética en la práctica de la ciencia y su aplicación en el desarrollo tecnológico, entre otros.

Desde diferentes ámbitos se plantea la necesidad de brindar a todos los ciudadanos una formación y/o alfabetización científica que los prepare, no únicamente para estudios académicos superiores, sino también, para poder intervenir y actuar responsable y éticamente en su vida cotidiana.

Por otra parte, analizando la historia de la enseñanza de la Ciencias a nivel mundial, ya que en nuestro país la misma depende de las líneas de acción del contexto global y regional, podemos observar cómo el modelo de enseñanza de las ciencias en el marco de paradigmas claramente positivistas y conductistas, no pudo mejorar la calidad de los aprendizajes y logros en la enseñanza científica. En nuestro país, al igual que otros de la región como lo plantea L. Galagovsky⁴, se constata fácilmente cómo las carreras vinculadas al área de las ciencias experimentales, no son las que tienen mayor preferencia por parte de los adolescentes. Por otra parte, desde fuentes universitarias se plantea la mala preparación de base que poseen los estudiantes provenientes de la enseñanza media, especialmente los de la enseñanza pública. Las pruebas diagnósticas realizadas por la UDELAR indican que los estudiantes ingresan con errores conceptuales y procedimentales en el área biológico-científica que inciden en los altos índices de fracaso y deserción, especialmente en los primeros años. Reconocemos que estas valoraciones son objetivas como foto de la actualidad, pero que no permiten comparaciones ya que no existen pruebas de los “tiempos de oro” del Uruguay. Ahora bien, reconozcamos como

1 Este trabajo constituye una parte del proyecto presentado en el marco del concurso por la efectividad en Didáctica durante el año 2009 en Formación Docente.

2 Profesora de Biología. Docente de Didáctica en el Área de Ciencias Biológicas del Instituto de Profesores “Artigas”.

3 Ver: Torres de la Llosa, L.A. **La enseñanza de la Historia Natural: lo viejo, lo nuevo, lo permanente...** p. 22.

4 Galagovsky, L. (Coord.). **¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?** p.16.

país que en las pruebas Pisa, Uruguay es el segundo en América Latina, luego de Cuba, en el desempeño del área de Ciencias en el nivel primario⁵.

La otra problemática que debería enmarcar la razón de ser de un curso de Didáctica específica de la Biología es, al igual que otros países de la región⁶, procurar generar herramientas de intervención didáctica que favorezcan la inclusión social. El año pasado (2009) se presentó a los colectivos docentes de nuestro país un documento⁷ producido para generar un espacio de consulta dirigido a un Proyecto denominado Plan Nacional de Educación en el marco del desarrollo de la Estrategia Nacional para la Infancia y la Adolescencia. A nuestro entender, además de realizar una consulta, nos pone frente al desafío de reflexionar de manera colectiva tres temáticas que deberían ser repensadas en aras de un plan de aquí al año 2030: modelos institucionales de los centros educativos, ampliación del tiempo pedagógico y profesionalización docente. Consideramos que nuestra disciplina no es ajena a ninguna de estas tres temáticas, es por eso que las señalamos en el comienzo de este trabajo, ya que estarán enmarcando muchos de los argumentos que procuraremos explicar. “*Lo justo es que todos puedan tener buenos profesores*”, Torres de la Llosa. (1988)⁸.

Epistemología y Didáctica de la Biología

“La Didáctica es descriptiva, explicativa, hermenéutica, normativa, verificable, factible, científica, política...” Camilloni (2007)

Si consideramos a la Didáctica como una disciplina, debemos tener en cuenta su *corpus* teórico y el origen del mismo. En un comienzo, influenciada principalmente por la Filosofía y la Psicología para luego abrirse a otros campos disciplinares. La Filosofía le aporta visiones para reflexionar sobre diferentes aspectos entre los cuales se destacan como los más relevantes: los fines educativos, el status epistemológico de sí misma, el discurso didáctico, la naturaleza del conocimiento escolar. La Psicología educacional brinda modelos teóricos de los procesos de aprendizaje junto con teorías y programas de investigación. Otras disciplinas se ocuparon de la educación y la enseñanza, y aunque no se dedicaron a ellas, realizaron aportes que la didáctica atiende como son los referidos a los aspectos sociales, traducidos estos en currículos. Las diferentes visiones influyen generando diversas corrientes de investigación en la medida que el objeto de estudio se lee desde una visión ideológica diferente o es diferente. L.Basabe⁹ caracteriza grandes teorías organizadas en el conductismo o en el constructivismo, grupos de teorías que comparten algunos supuestos y preocupaciones como la escuela nueva o el de “reconceptualización del currículo”.

Si consideramos a la educación como un sistema constituido por otros subsistemas, a partir de una visión de sistema educativo complejo, podemos considerar a la Didáctica como uno de los subsistemas. Para esto es necesario tener una visión analítica, crítica, comprensiva e interdependiente de los diversos procesos educativos. La Didáctica como subsistema complejo

5 Ver: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275S.pdf>

6 Ver: grupo de Didáctica de la Biología, UBA.

7 **Cuaderno de aportes para la consulta docente.** Proyecto Plan Nacional de Educación de la ANEP (2010-2030) www.anep.edu.uy/plananep.

8 Ver: Torres de la Llosa. **Op. Cit.** p. 35.

9 Ver: L. Basabe en: **El saber didáctico.** Cap. 8.

es abierta, activa, susceptible de adaptación y modificación en cada contexto, lo que determinaría una guía de análisis y acciones enmarcadas por posibilidades relativas a cada fenómeno educativo y formativo en concreto. Otros subsistemas que estarían interactuando con la Didáctica serían la sociedad, la política, la ciencia, la tecnología, la cultura, proyectos educativos, currículo, investigación, administración, conocimiento, evaluación, comunicación, entre otros. Estos subsistemas interactúan entre sí y generan causalidades que se manifiestan en encuentros externos e internos con interrelaciones que generan re-organizaciones, cambios y transformaciones.

Analicemos ahora la Didáctica en especial y sus componentes, que también interactúan generando causalidades, cambios y transformaciones. Sujetos, problemas, objetos, medios, métodos, objetivos, contenido y resultado.

Chevallard¹⁰ comienza definiendo el objeto de estudio de la didáctica como el sistema didáctico o sistema de la enseñanza, constituido por el juego de interacciones entre un docente, los alumnos y un saber (en nuestro caso el biológico), constituyendo una relación ternaria. El autor aboga por este triángulo que enriquecería la visión de la relación enseñante-enseñado. De acuerdo a esta concepción, la Didáctica debería ocuparse de la distancia existente entre el saber sabio y el saber enseñado, distancia de la cual el autor se ocupará a lo largo del análisis del concepto transposición didáctica. *“El concepto de transposición didáctica, en tanto remite al paso del saber sabio al saber enseñado, y por lo tanto a la distancia eventual, obligatoria que los separa, da testimonio de ese cuestionamiento necesario, al tiempo que se convierte en su primera herramienta.”*¹¹. El uso de esta herramienta permitiría la **vigilancia epistemológica** del saber enseñado, ya que posibilita recapacitar, tomar distancia, interrogar las evidencias, poner en cuestión las ideas simples, desprenderse de la familiaridad engañosa de su objeto de estudio, requisitos estos necesarios a la hora de transformar, “deformar” el saber sabio para transformarlo. Saber exiliado del medio académico, que va sufriendo un proceso de despersonalización, en primera instancia en el mismo medio cuando es comunicado al mismo círculo académico donde se generó, para luego ser transformado en saber social. Saber sabio que surge muchas veces como saber sospechado que podrá ser generador de revoluciones conceptuales (teorías de la evolución, teorías sobre el origen de la vida, etc.).

Por otra parte, desde la visión de los complejos vínculos que se establecen a través de ese triángulo, numerosos autores enfatizan la incidencia del contexto exterior sobre ellos así como también podríamos analizar, en otra instancia, la incidencia del triángulo en los contextos externos. Cuando un docente organiza su práctica comienza a intervenir en la transposición didáctica, la cual comenzó antes, en el exterior de la práctica de aula, en las discusiones de los programas, en las transformaciones del saber sabio en los libros de texto, entre otros ámbitos de intervención. El docente redacta el texto del saber a enseñar luego de todos los procesos ya mencionados, y es esta redacción la que necesita el análisis epistemológico articulado con el análisis didáctico, y que según Chevallard, el concepto de transposición didáctica guiaría adecuadamente. *“¿Por qué hay transposición didáctica?” “Porque el funcionamiento didáctico del saber es distinto del funcionamiento académico, porque hay dos regímenes del saber, interrelacionados pero no superponibles”*¹².

10 Ver: Chevallard, Y. **La transposición didáctica**. p.12.

11 Ver: en Chevallard, Y. **Op. Cit.** p. 16.

12 **Ibid.** p. 25

Trabajemos ahora junto con Camilloni cuando define a la Didáctica como “Teoría de la enseñanza” y la incluye como una Ciencia social¹³ así como también delimita su campo disciplinar a la enseñanza y lo que de ella deriva, como son el estudio y el diseño curricular, las estrategias de enseñanza, la programación de la enseñanza, los problemas de su puesta en práctica y la evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.

Nos preocupa defender, junto con la autora¹⁴, la pertinencia de la Didáctica como disciplina en la medida que se legitime a partir de los siguientes principios explicitados por ella, y que nosotros sintetizamos:

- Privilegiar la ética de los medios pedagógicos sobre la necesidad de la eficacia en los resultados a costa de la libertad del sujeto.
- Considerar que no todas las formas de enseñar que se han practicado a lo largo de la historia son igual de valiosas.
- Concebir a los contenidos disciplinares a enseñar con una lógica diferente a la que determinó su descubrimiento, organización y ubicación en determinado campo disciplinar.
- Estar dispuesto a revisar crítica y constantemente los principios curriculares teóricos y prácticos que sustentan la didáctica.
- Proponerse como meta la inclusión de todos los alumnos en altos niveles de desempeño y de información.
- Estar convencido que todos los alumnos pueden aprender y que la función docente es facilitárselo.
- Entender a la evaluación como un proceso que va más allá de las reglamentaciones vigentes.
- Pensar que los docentes se construyen como tales, que enseñar no es fácil y que resolver los problemas requiere algo más que intuición.

Es entonces que, desde esta perspectiva, la autora define a la Didáctica como:

“..disciplina que se construye sobre la base de toma de posición ante los problemas esenciales de la educación como práctica social, y que procura resolverlos mediante el diseño y evaluación de proyectos de enseñanza, en los distintos niveles de adopción, implementación y evaluación de decisiones de diseño y desarrollo curricular, de programación didáctica, de estrategias de enseñanza, de configuración de ambientes de aprendizaje y de situaciones didácticas, de la elaboración de materiales de enseñanza, del uso de los medios y recursos, de evaluación tanto de los aprendizaje, cuanto de la calidad de la enseñanza y de la evaluación institucional.”

A partir de Camilloni también analizaremos el **vínculo de la Didáctica General con las específicas** para luego ir aproximándonos a la Didáctica de la Biología en especial. El planteo de la autora, en relación a los vínculos, es de considerarlas como complementarias y no antagónicas. Mientras la Didáctica general está más próxima a las teorías del aprendizaje, del pensamiento y los procesos de cognición, las Didácticas específicas están más próximas a la práctica, a la situación didáctica. Estas diferencias requieren una coordinación difícil de lograr, con razones claras pero obstáculos importantes, que nacen de los diferentes colectivos académicos, de distinta formación y por ende con diferentes perspectivas. Muchas teorías de la Didáctica general han nacido de investigaciones realizadas en las específicas (el concepto de transposición didáctica que nace en la Didáctica de la Matemática y luego pasa a otras

13 Ver: R.W.de Camilloni, A. **El saber didáctico**.

14 **Ibid.**

didácticas específicas y de ahí a la general), de la misma manera que la teoría general permite adaptaciones de los principios generales (inteligencias múltiples como ejemplo). Por otra parte existe un flujo bidireccional entre teorías generadas en didácticas específicas de diferentes disciplinas. De la confluencia de los principios generales y datos empíricos se generan principios generales reconstruidos. La importancia de la pregunta y de la respuesta como instrumentos de mediación, de explicitación de modelos, el trabajo colaborativo, el conflicto conceptual, el diseño de actividades didácticas, la motivación (contenidos fríos y calientes) son algunos de los conceptos teóricos que apoyan a las Didácticas específicas y que nacieron en la Didáctica general. A modo de síntesis, Camilloni visualiza a las Didácticas como una familia disciplinaria, no como un árbol sino como una red de conocimientos y de producción de conocimientos.

Analicemos ahora desde el enfoque de Gallego y colaboradores momentos históricos de la Didáctica de las Ciencias Naturales¹⁵ donde destacan etapas en las prácticas de enseñanza de las Ciencias Naturales, con un inicio donde lo que dominaba eran prácticas reducidas a lo elaborado por los científicos, es decir a definiciones de conceptos y demostraciones magistrales por parte de los docentes, para luego cambiar a una modalidad donde el docente realiza explicaciones magistrales, seguidas de prácticas de laboratorio, reguladas por el seguimiento de guías-recetas. En la actualidad los principios rectores se orientan a una visión de los estudiantes constructores de su propio conocimiento bajo la asesoría permanente del docente. Cada una de estas épocas obedece a una concepción sobre las ciencias y su enseñanza. Desde la visión de los tipos de aprendizajes que se espera de los estudiantes podríamos señalar en un primer momento el memorístico y repetitivo influido por las aproximaciones empiropositivistas y particularmente por el “taylorismofordismo”. Ya instalado el constructivismo, la visión del aprendizaje es a partir de la teoría piagetiana donde se promueva la enseñanza por logros y donde la atención a lo actitudinal debe ser visualizado desde la teoría, procurando desarrollar actitudes positivas hacia las ciencias, siguiendo fundamentaciones teóricas rigurosas. R. Gallegos y colab¹⁶ se preguntan hasta qué punto estas visiones de aprendizaje han realmente “iluminado” las prácticas docentes de los profesores de ciencias. Junto con ellos deberíamos preguntarnos cuánto han dominado la de nuestros profesores de Biología, incluida la autora de este trabajo. Los mismos autores destacan la visión de Gil y Carrascosa que postulan que todos los conceptos de las Ciencias Experimentales son metodológicos, y aunque la consideran reduccionista, rescatan la posibilidad de reestructurar la ciencia para hacerla objeto de enseñanza desde este paradigma didáctico con enfoque investigativo. Por último señalaremos, en esta misma línea, los aportes de investigadores que trabajaron en el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico (Gené, Gallego y Pérez) que proponen a la Didáctica analizar la perspectiva del impacto de las ciencias sobre la escala de valores de cada comunidad.

Las investigaciones realizadas desde las Didácticas general y específicas han permitido generar un conjunto de principios que ofrecen un marco al constructivismo y que Neus Sanmartí¹⁷ denomina elementos del paradigma constructivista y que sintetizaremos a continuación:

Los conceptos se construyen, más que se descubren. Las ideas científicas son teorías construidas para explicar la realidad, no son la realidad. Al aprender se construyen formas

15 Ver: http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted12_11arti.pdf

16 **Ibid.**

17 Ver: Neus Sanmartín. p. 19.

propias de ver y explicar el mundo, cosa distinta de pensar que se redescubren los conceptos y teorías de la ciencia actual.

Al comenzar a estudiar un concepto, **el alumno ya tiene construidas ideas** sobre el mismo. La información es reinterpretada y reelaborada en función de los conocimientos previos.

Para enseñar **se debe partir de las concepciones previas de los estudiantes** y se deben proponer actividades que ayuden a cuestionar dichas concepciones previas, con el fin de ir acercándolas a las explicaciones científicas actuales.

Los errores de los estudiantes son etapas en la construcción de las teorías científicas, esperables durante el desarrollo conceptual. Se define al aprendizaje como *el proceso de cambio de dichas ideas* y **no** como la repetición de conceptos y procedimientos incluidos en libros de texto y explicados por el profesor.

Para finalizar, preguntémosnos entonces, ¿qué papel cumple la Didáctica de la Biología en la formación de docentes para la enseñanza media?

En primer lugar ésta debería **preguntarse ¿cuáles son las grandes interrogantes de la biología?** M.P. Jiménez¹⁸ describe las grandes preguntas:

¿En qué se diferencia la vida de la no vida? ¿Cómo apareció el primer ser vivo? ¿Cómo se ha originado la diversidad biológica? ¿Qué confiere a cada organismo su identidad específica y su identidad individual? ¿Qué mecanismos son responsables de generar un individuo a partir de un huevo? ¿Qué relaciones tienen los seres vivos entre sí y con su medio?

En un segundo momento **investigar que obstáculos epistemológicos, concepciones previas, etc.**, enfrentarán la enseñanza y aprendizaje de los conceptos que den respuesta esas grandes preguntas rectoras de la Biología. Existe profusa bibliografía sobre estas cuestiones que nuestros estudiantes pueden investigar y aplicar en sus planes de clase.

También es **necesario investigar y considerar de qué forma se generó y genera el conocimiento biológico**. La Biología fue adjetivada durante mucho tiempo como una ciencia blanda que no brindaba conocimientos “verdaderos” ya que los datos cuantitativos no eran los que la apoyaban, pero férreos defensores como Mayr¹⁹ y otros, defendieron los métodos propios de nuestra disciplina. *“Al considerar cuán similar es la biología evolutiva a la ciencia histórica y cuán diferente es de la física en materia de conceptualización y metodología, no cabe sorprenderse de que trazar una línea definida entre las ciencias naturales y las humanidades sea tan difícil, y en verdad casi imposible.”*

Narración histórica (igual que las Ciencias sociales), lo que determina que tengamos un pie en las Ciencias sociales y otro en las Ciencias experimentales a nivel de los fenómenos biológicos moleculares, donde sí se pueden “respetar” los métodos de las ciencias experimentales, como plantea Mayr. *“... alguien podría trazar esta línea entre la biología funcional y la evolutiva, vinculando la biología funcional con las ciencias naturales y la biología evolutiva con la ciencia de la historia”*²⁰.

Pluralismo causal. Multicausalidad, causas funcionales y evolutivas. Causas y agentes. Consecuencias que se transforman en causas de otros procesos. Por ejemplo organismos que modifican las condiciones ambientales que fueron agentes en modificaciones de ellos.

Azar y probabilidad. La capacidad de predicción en la Biología se reduce a la probabilidad, ya que depende de la multicausalidad que la caracteriza.

18 Jiménez, M.P. “Enseñar Ciencias”. Cap.6. **La enseñanza y el aprendizaje de la Biología**.

19 Ver: Mayr, E. **Por qué es única la biología**. p. 29.

20 **Ibid.**

Teorías biológicas apoyadas en conceptos y no en leyes como las ciencias

Para finalizar, Jiménez plantea la situación actual de relaciones conflictivas entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, así como también la necesidad de alfabetización científica para vivir en sociedad y, agregaríamos, ser incluidos en ella como ciudadanos, problemática que planteamos al principio como uno de los ejes que atraviesan la problemática de la enseñanza de la Biología.

En síntesis, reflexionar epistemológicamente desde un curso de Didáctica de la Biología implica cuestionar y aprender desde el ámbito del saber sabio de la Biología, el saber sabio de la Didáctica general y ubicarnos para reflexionar y actuar desde el saber (sabio y enseñado) de la Didáctica de la Biología. Implica también que nuestra tarea esté enmarcada por las preguntas que anteceden este trabajo y que orientarán nuestras propuestas curriculares aún en la incertidumbre que caracteriza nuestra tarea docente²¹.

“El estudio de la Naturaleza determina situaciones que conducen a las diversas formas del conocimiento. La ciencia y el método científico muestran una parcela de la verdad. Las posibles etapas del proceso del conocimiento se pueden expresar en una sucesión de signos de puntuación... Pero el valor cultural de la Biología radica tanto en enseñar lo que se sabe como en mostrar lo que se ignora del fenómeno de la vida.”
Torres de la Llosa. (1998).

Bibliografía

- Camilloni, A. y otros. **El saber didáctico**. Buenos Aires. Editorial Paidós. 2007.
- Chevallard, Y. **La transposición didáctica**. Buenos Aires. Editorial Aique. Tercera edición. 2000.
- ANEP. **Cuaderno de aportes para la consulta docente. (2010-2030)**. Proyecto Plan Nacional de Educación de la ANEP
- Feldman, D. **Ayudar a enseñar**. Buenos Aires. Ed. Aique. 1999.
- Galagovsky L. (Coord.). **¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?**. Buenos Aires. Editorial Biblos. 2008.
- Gallego, R y otros. **Historia de la didáctica de las ciencias: un campo de investigación**. Revista digital. Universidad Pedagógica de Colombia.
- Izquierdo M. y Sanmartí N. **“Hablar y escribir para enseñar ciencias”**. En: Enseñanza de las Ciencias Número Extra, VI Congreso. 2001.
- Jiménez, A. y otros. **Enseñar Ciencias**. Barcelona. Grao. 2003.
- Mayr, E. **Por qué es única la biología**. Buenos Aires. Katz editores. 2006.
- Sanmartí, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid. Editorial Síntesis Educación. 2002.
- Torres de la Llosa, L.A. **La enseñanza de la Historia Natural: lo viejo, lo nuevo, lo permanente**. Montevideo. Asociación de Profesores de Biología. 1995.

21 Feldman, D. **Ayudar a enseñar**. Buenos Aires. Ed. Aique. 1999.