

## La Formación Docente en Ciencias/Biología y la Organización Praxeológica Science/Biology Teacher Training and Praxeological Organization

Vera Machado  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande/MS - Brasil  
veramattosmachado1@gmail.com

Recibido 30/07/2013 – Aceptado 30/05/2014

### Resumen

El presente artículo presenta reflexiones sobre la organización y producción del medio didáctico en Ciencias Biológicas, como base epistemológica para la formación docente. Los aportes teóricos en los que se basa el estudio radican en los presupuestos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico, de la Transposición Didáctica y de la Didáctica de las Ciencias. Se enfatiza en la producción y organización del medio didáctico, a partir de una mirada ecológica, debido a que son aspectos cruciales en el proceso de formación docente; por lo tanto se propone una intervención didáctica por medio del desarrollo de praxeología(s), con el sentido de encontrar una o más maneras de solucionar cuestiones problemáticas, regularmente y con éxito, las cuales surgen en el seno de la sociedad, de la que son parte la escuela y el alumno. En el caso específico de la enseñanza de Ciencias/Biología, contribuirá para que los alumnos propongan modelos explicativos para la comprensión de la Vida y su relación con el mundo.

**Palabras clave:** Organización praxeológica, Ciencias y Biología, Formación docente.

### Abstract

This paper aims to provide reflections about the organization and production of the didactic medium in Biological Sciences, as an epistemological base for teacher training. The theoretical contributions of this study are based on presuppositions of Anthropological Theory of the Didactics, Didactic Transposition and Didactics of Sciences. Emphasis is placed on the production and organization of the didactic medium, crucial aspects in the teacher training process, starting from an ecological point of view. It proposes a didactic intervention by developing praxeology with a view to find one or more ways to solve problematic issues regularly and successfully, which emerge in the core of the society of which schools and students are part. In the specific case of Science/Biology teaching, it will help students create explanatory models for understanding Life and its relation with the world.

**Keywords:** Praxeological Organization, Sciences and Biology, Teacher Training.

### Introducción

Este artículo tiene como objetivo presentar reflexiones sobre la organización y producción didáctica en Ciencias Biológicas, como base epistemológica para la formación docente. Como esta reflexión está anclada en los principios y presupuestos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), y de la Transposición Didáctica (TD), es importante subrayar que ambas se han originado de los estudios de Yves Chevallard, matemático francés.

No obstante pertenecen al área de Matemáticas, TAD y TD proporcionan el estudio de las especificidades didácticas de diferentes áreas de conocimiento. Además, la epistemología didáctica involucrada en ambas teorías permite perfecta sintonía con las investigaciones actuales en Didáctica de las Ciencias que indican tratarse de "un campo de investigación de rápido crecimiento, que se inscribe en la categoría de los trabajos que buscan determinar a los objetos de la enseñanza científica, renovar a sus metodologías, mejorar las condiciones de su aprendizaje". (Astolfi, 1997, p.7, traducción propia)

Otro punto importante que valida la aproximación de la Didáctica de las Ciencias a la TAD y a la TD, es el hecho de que sea una vía que evidencia el papel de los actores sociales (relación alumno/alumno, alumno/maestro, maestro/comunidad.) desfavoreciendo las estructuras que componen la problemática de los saberes escolares en el interior del sistema didáctico (alumno/maestro/saber) (Chevallard, 2001).

Chevallard (2004) discute la necesidad de una didáctica de la codisciplinaridad y propone pensar sobre la didáctica desde una nueva epistemología escolar. Plantea una discusión sobre el funcionamiento del sistema didáctico escolar, cuestionando a los programas que se utilizan del arbitrio para proponer la clasificación (ordenamiento) de los contenidos en una estructura hecha de varios niveles, por él llamados de "niveles de determinación didáctica". Para ello, ha utilizado como ejemplos los dominios de las disciplinas de Biología, Física y Química, lo que consolida la aproximación de la TAD y de la TD a los campos de la Didáctica de las Ciencias.

En ese sentido, insertado en el movimiento de las investigaciones en Didáctica de las Ciencias, en Brasil se han realizado investigaciones que comprueban la necesidad de cambios didáctico-metodológicos en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los contenidos científicos escolares, por medio de la epistemología didáctica, como es el caso de las investigaciones de Perrelli (1999), Pedrisa (2001), Marandino (2004), Wuo (2005), entre otros.

Es indicado que los nuevos abordajes teórico-metodológicos sean muy distintos de aquellos utilizados hace mucho tiempo en las escuelas brasileñas, como la transmisión directa de los contenidos, de forma cerrada, descontextualizada, neutra, mecánica, mnemónica, considerando a la ciencia como un fin en sí misma.

## **La organización del medio didáctico según la Teoría Antropológica de lo Didáctico**

Como la producción y la organización del medio didáctico son aspectos cruciales en el proceso de formación epistemológica del maestro, la TAD señala que dicha organización debe ocurrir por medio de un punto de vista ecológico, que según Chevallard (1988, p. 3, traducción propia) significa: "el análisis de las condiciones de las modalidades o formas de existencia de una formación epistemológica (real o ficticia) del saber". Con relación a la educación escolar, esa organización ecológica aporta la posibilidad de visualizar las situaciones complejas e incómodas, presentes en el sistema de enseñanza y su origen, en los diferentes niveles de organización social. Conforme Chevallard (1999), la escala de los niveles de determinación didáctica es representada por: A) Niveles Genéricos: Civilización (-3), Sociedad (-2), Escuela (-1), Pedagogía (0/Cero); B) Niveles Específicos: Disciplina (1), Área/Dominio (2), Sector (3), Tema (4) y Cuestión (5). En ese contexto, es fundamental que el maestro comprenda y plantee relaciones entre esos diversos niveles, pues establecen una dialéctica delante de la complejidad de culturas y medios sociales existentes que actúan en el ambiente escolar (Chevallard, 2005a).

Por esa razón, la TAD, a partir de la base antropológica, propone discutir los procesos didácticos y su participación en las actividades humanas, pues los mismos radican en las necesidades de las sociedades, que en cada período de la historia posee demandas sociales, culturales, políticas y económicas peculiares, y la educación refleja a esa cuestión, sobretodo la educación escolar. Por tanto, pensamos que la Escuela, en la escala de determinación didáctica, ha asimilado, durante largo período, la ideología propuesta por la cultura y por las sociedades dominantes que la componen.

Sistematizamos a continuación, como ejemplificación, los niveles de determinación didáctica, considerados específicos, basados en la producción y organización didáctica extraído de un libro didáctico de Ciencias, utilizado en escuelas brasileñas, para que podamos observar mejor a la ecología de una propuesta curricular para la enseñanza de Ciencias/Biología: Nivel 1 – Disciplina: Ciencias; Nivel 2 – Área: Cuerpo Humano; Nivel 3 – Sector: Sistema Óseo; Nivel 4 – Tema: Sustentación y locomoción; Nivel 5- Cuestión: Explicar la participación del esqueleto (huesos y articulaciones) en el proceso de locomoción y sustentación humana.

Basándonos en el pensamiento de Chevallard (2004), comprendemos que ese tipo de sistematización expone la clasificación adoptada por los productores de la propuesta descrita anteriormente (los autores del libro didáctico), lo que permite, desde una mirada más atenta de quienes pertenecen a esa área, analizar si esa categorización es compatible y/o coherente con las necesidades actuales de estudio de determinado grupo (escolares/comunidad), o si acaso necesita ser reformulada para mejor asimilación y significación de los saberes involucrados en la propuesta.

En el pensamiento de Chevallard (2001, Prefacio, traducción propia) “la escuela lleva a las nuevas generaciones a estudiar aquellas obras humanas que mejor les servirán para comprender a la sociedad en la que están dispuestas a entrar”, pues de eso depende la continuación o no de la supremacía de la cultura dominante.

Resulta importante subrayar que la enseñanza de Ciencias en Brasil (Biología, Física y Química), hasta muy recientemente, no proporcionaba la comprensión de las relaciones existentes entre Escuela y Sociedad y tampoco el sentido de esa área de conocimiento pertenecía al currículo escolar (Fumagalli, 1998; Weismann, 1998). El maestro era formado para reproducir conocimientos. Con la formulación de los Parámetros Curriculares Nacionales de Ciencias (PCN), en 1997, Brasil incorpora en el escenario educacional brasileño esa discusión y propuso relacionar Ciencia, Tecnología y sociedad (Secretaria de Educação Fundamental, 1998).

## **Los niveles de determinación didáctica según la Transposición Didáctica**

A partir de lo expuesto, entendemos que los PCN de Ciencias en Brasil, se revelan como un filtro entre el saber de referencia (*savoir savant*) y el saber enseñar (en la escuela), nombrado por Chevallard (2005b) como *noosfera*, que sugiere, en el ámbito escolar, el currículo a ser desarrollado. Conforme Chevallard (2005b), la *noosfera* posee características heterogéneas, lo que posibilita compatibilizar el sistema de enseñanza, equilibrando las tensiones existentes en los momentos de crisis. Por ejemplo, cuando existe la necesidad de replantear conceptos ya enseñados, ella es movilizada, pues se hace necesario incorporar nuevos saberes a los saberes enseñables.

Sobre esa cuestión, Barquero et al. (2007) en su investigación sobre el papel de las Matemáticas universitarias en el desarrollo de las Ciencias experimentales (Biológicas, Físicas y Químicas), en España, afirman que la implantación de nuevos programas de enseñanza siempre chocan con fuertes restricciones transpositivas, las que se presentan en los diferentes niveles de determinación didáctica y que pueden situarse entre el nivel Pedagógico y el Nivel Específico “Disciplina”. Utilizándose los presupuestos de la TAD, Barquero et al. (2007) observa que los programas didácticos (específicamente

los libros didácticos) reducen la modelización matemática a un aplicacionismo sencillo (modelización-aplicación-ejemplificación), como si fueran únicos e inmutables, sin que pudieran ser modificados o reestructurados para atender a las nuevas necesidades no previstas por la ciencia normal.

Desde la misma perspectiva, la enseñanza de Ciencias/Biología también debe ser observada, en el sentido de la utilización de modelizaciones didácticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje escolar, por si acaso estos fueran aplicacionistas o si permitieran intervenciones para su propia modificación cuando fuera necesario, delante de la producción y organización en los diferentes niveles de determinación didáctica.

## **La modelización en la enseñanza de Ciencias/Biología: organización praxeológica**

Ante lo expuesto hasta este punto, percibimos que los niveles de determinación didáctica (genéricos y específicos) presentados por la TAD nos ofrecen medios para que (re)piensemos, también, la formación docente (inicial y continuada) para la enseñanza de Ciencias/Biología, en el sentido de la ampliación de lo(s) saber(es) biológico(s) y de las relaciones Vida y Mundo, por medio de modelizaciones específicas para el área. En ese sentido, conforme Gascón (2003), para que se construyan modelizaciones didácticas es necesario basarse en una teoría didáctica palpable, que propicie la aplicación del modelo a la realidad que estudia.

Como destaca Gascón (2003, p. 13, traducción propia), "Toda teoría científica modeliza (en algún aspecto) a un sistema de la realidad. Los modelos científicos son instrumentos (máquinas) para producir conocimientos sobre el sistema estudiado que no pueden ser obtenidos en trabajos directamente dentro del sistema".

Si fuera necesario, en el sentido de mejorar la comprensión de los fenómenos relacionados a la Vida, los modelos pueden ser mejorados, modificados o sustituidos por otros, para que respondan con más precisión a las cuestiones deseadas. Eso debe quedar claro en el proceso de estudio (enseñanza y aprendizaje), en la escuela o fuera de ella. Las actividades didácticas propuestas necesitan permitir a los estudiantes que perciban lo que representa de hecho un modelo para su aprendizaje. El docente que va a conducir una actividad didáctica, con el sentido expuesto anteriormente, debe estar bien preparado.

Como señalan Giordan y Vecchi (1996, p. 213, nuestra traducción): "el papel del maestro consistirá en implementar las necesarias situaciones de interacción y en hacer construir, o traer, las herramientas más adecuadas".

Para responder a una Cuestión, o más de una, la TAD propone la organización de medios adecuados para tanto y, en el caso de Ciencias/Biología, estos corresponderían a un modelo epistemológico de organizaciones científico-biológicas institucionales. A esas organizaciones institucionales, Chevallard (1999, 2001a, 2005a) las nombra como organizaciones praxeológicas (OP), que designa el estudio de la estructura más sencilla de la actividad humana, o más bien una organización antrópica sobre un medio. Una OP siempre surge como respuesta a una Cuestión, y de este modo se establece un proceso en el cual se debe buscar o crear medios para contestarla. Esa Cuestión es denominada, según la TAD, como una tarea problemática. La praxeología actúa justamente en ese momento, buscando encontrar una o más formas de solucionarla, regularmente y con suceso (Chevallard, 2001, p. 123).

El significado de praxeología puede ser traducido por "práctica basada en conocimientos", o sea, es la unión de las palabras griegas *praxis* (práctica, acción) y *logos* (fundamentos, conocimientos). Conforme la TAD, la *praxis* es constituida por las tareas (cuestiones/actividades)

des) y por las técnicas (manera de hacer algo), y el logos que justifica e interpreta la práctica, denominadas tecnologías y teorías (Chevallard, 1999; Gascón, 2003; Bosch y Gascón, 2003).

De ese modo, se establece un proceso en el que, para responder a una tarea, o a un Tipo de tarea, es necesario que la(s) respuesta(s) sea(n) segura(s), sistemática(s) y rutinaria(s). Esto puede ocurrir por medio de una o más técnicas. Estas deben parecer a la vez correctas, comprensibles y justificables. Además, necesitan poseer una tecnología capaz de comprender y validar su utilización, así como una teoría que fundamente esa tecnología. (Chevallard, 2001, p. 124-125). Estos elementos, agrupados, proceden a una organización praxeológica (OP) bajo la forma de un bloque práctico-técnico, en el cual encontramos el Tipo de tarea y la técnica, y un bloque tecnológico-teórico, a través de la tecnología y de la teoría. (Chevallard, 1999; Gascón, 2003; Bosch y Gascón, 2003).

Como ejemplo de una OP en Ciencias/Biología, perteneciente a un Tipo de tarea Tx, que corresponde a todas las tareas que abordan el "proceso de desplazamiento del cuerpo humano", realizada por alumnos del último grado de la educación primaria, optamos por describir la técnica y los elementos tecnológicos involucrados, por medio de tabla, para facilitar la visualización y la comprensión del estudio realizado.

### **Cuadro 1: Descripción de la técnica y de los elementos tecnológicos del Tipo de tarea TX**

<b>Técnica de t1</b>	<b>Elementos tecnológicos</b>
Observara un esqueleto humano.	- Figura del esqueleto presente en el libro didáctico de ciencias.
Clasificar a los tipos de huesos que componen el esqueleto humano.	- Conocimientos sobre los diferentes tipos de huesos que componen el esqueleto humano: laminar, cortos, largos e irregulares.
Identificar la función de los huesos que componen el esqueleto humano.	- Informaciones sobre la función de los diferentes tipos de huesos que componen el esqueleto.
Relacionar el esqueleto a los movimientos de locomoción del cuerpo humano.	- Nociones sobre el movimiento del cuerpo: desplazamiento.
Describir cómo los huesos actúan durante el desplazamiento de una persona.	- Nociones sobre el movimiento de palancas realizado por los huesos y articulaciones del cuerpo humano.
Demostrar cómo ocurre la locomoción de una persona en una marcha.	- Noción de movimiento de los huesos de las piernas y pies.

Con relación a la teoría pertinente al bloque tecnológico-teórico, se verifica que se trata de saberes relacionados al programa curricular de Ciencias/Biología, PCN, brasileño, presentes en textos didácticos y paradidácticos del área de conocimiento correspondiente. Tales saberes, destinados a la educación escolar, son seleccionados por medio de procesos transpositivos que se producen en las instituciones involucradas en la educación escolar (Ministerio de la Educación, Secretarías de Educación, Editoras de Libros Didácticos, entre otras)

En tal sentido, la caracterización de la organización didáctica (OD) de la actividad, o tarea, es fundamental, pues obliga a la distinción sobre qué observar y cómo describir la tarea, partiendo de un referencial didáctico previo, que permita el análisis sobre la validez de las técnicas utilizadas, o de la necesidad de crear nuevas técnicas, conforme el desarrollo de la OD.

Un maestro formado bajo esa perspectiva podrá realizar una "reorientación de las estrategias educativas, que conduzcan al esbozo de un modelo de aprendizaje de las Ciencias como investigación orientada, alrededor de situaciones problemáticas de interés" (Cachapuz, 2005, p. 35, nuestra traducción), lo que favorece un proceso de estudio, donde los alumnos se apropien de ese(s) saber(es), posicionándose con autonomía, como verdaderos investigadores, cuestionando, incluso, a los modelos propuestos.

## Conclusión

Delante de las reflexiones realizadas, se ha evidenciado la necesidad de una nueva organización del medio didáctico por parte del maestro, para que ocurran los cambios deseados en la enseñanza y aprendizaje de Ciencias/Biología. Conforme los presupuestos teóricos estudiados, identificamos como imprescindible el cambio en los paradigmas de formación docente, en el área de conocimientos centrada en esa investigación.

Sin embargo, no basta solo elaborar una OP correcta, es necesario ir más allá. La formación docente requiere el desarrollo de nuevas OD, que permitan la profundización de los temas de estudio, de manera que proporcionen autonomía a los futuros docentes para manipular modelos explicativos, a partir del desarrollo de nuevas técnicas. Eso no implica que las OD antiguas sean abandonadas. Ellas seguirán siendo utilizadas dentro de la perspectiva de complementariedad, y no con el sentido reproductivista/aplicacionista, conforme verificamos todavía en las escuelas.

En el caso específico de la enseñanza de Ciencias/Biología, el desarrollo de organizaciones praxeológicas bien elaboradas, que desafíen a los alumnos y les propongan problemas, conforme ejemplo citado anteriormente, contribuirá para hacer que los contenidos estén más cerca de su realidad social, propiciando autonomía en la elaboración de modelos explicativos para la comprensión de la Vida y su relación con el mundo.

## Referencias bibliográficas

- Astolfi, J. 1997. Práticas de formação em didáctica das ciências. Instituto Piaget. Tradução Maria Ludovina Figueiredo. Coleção Horizontes Pedagógicos, 67. Lisboa: De Boeck e Larcier.
- Barquero, B.; Bosch, M. y Gáscon, J. 2007. Ecología de La modelización matemática: *restricciones transpositivas en las instituciones universitarias*. En *Communication au 2º Congrès TAD, Uzès*.
- Bosch, M. y Gascón, J. 2003. *La praxeologia local como unidad de análisis de los procesos didácticos*. 12ª École d'Été de Didactique es Mathématiques-Corps (Francia).
- Brasil. 1998. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília, DF: MEC/SEF.
- Cachapuz, A. 2005. *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo, SP: Cortez.
- Chevallard, Y. 1988. Esquisse d'une théorie formelle du didactique. Communication au Premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique (CIRM, Marseille, 16-21 novembre 1986). Paru in C. Laborde (éd.), *Actes, La Pensée sauvage, Grenoble*.
- Chevallard, Y. 1999. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. *Recherches en Didactique des Mathématiques 19(2)*.
- Chevallard, Y. 2001. *Organizer L'étude.1. Structures & Fonctions*. Actes de la 11ª École d'Été de Didactique des Mathématiques-corps.
- Chevallard, Y. 2004. *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie*.

logie scolaire. Texte préparé en vue d'une communication aux Journées de didactique comparée 2004 (Lyon, 3-4 mai 2004). Disponible en: [yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La\\_didactique\\_dans\\_la\\_cite.pdf](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_didactique_dans_la_cite.pdf). Consultado el 20 junio 2010.

Chevallard, Y. 2005a. *La didactique dans la cité avec les autres sciences. Généricité et spécificité didactiques* dans le cadre des journées. du REF (Réseau Education Formation). Disponible en: [yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La\\_didactique\\_dans\\_la\\_cite.pdf](http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_didactique_dans_la_cite.pdf). Consultado el 28 de marzo de 2008.

Chevallard, Y. 2005b. *La transposición didáctica*. 3. ed. Traducción Claudia Gilman. (Psicología cognitiva y educación). Buenos Aires: Aique Grupo Editor.

Fumagalli, L. 1998. O ensino de Ciências Naturais no Nível Fundamental da Educação Formal: Argumentos a seu Favor. En: Weissmann, H. (org). *Didática das Ciências Naturais: Contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Gascón, J. 2003. A necessidade de utilizar modelos em didática das matemáticas. *XI JAEM (Jornada de aprendizagem e ensino das Matemáticas)*, Tenerife e Gran Canárias. Giordan, A. y Vecchi, G. 1996. *As origens do saber: das concepções de aprendizagem aos conceitos científicos*. Tradução: MAGNE, Bruno Charles. 2ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas.

Giordan, A. y Vecchi, G. 1996. *As origens do saber: das concepções de aprendizagem aos conceitos científicos*. Tradução: MAGNE, Bruno Charles. 2ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas.

Marandino, M. 2004. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, 26.

Pedrisa, C.M. 2011. Características históricas do ensino de ciências. *Revista Ciência & Ensino*, 11.

Perrelli de Souza, M.A. 1999. *Uma epistemologia dos conteúdos das disciplinas científicas escolares: as contribuições da Transposição Didática*. Campo Grande: Série - Estudos (UCDB).

Secretaria de Educação Fundamental. 1998. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. Brasília, DF: MEC/SEF.

Weissmann, H. 1998. *Didática das ciências naturais: contribuição e reflexão*. Traducido por Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas.

Wuo, W. 2005. *A física ensinada e a cultura: uma análise relacional do conhecimento de física em escolas públicas de ensino médio*. Tese (Doutorado em Educação: História, Política e Sociedade). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil.