

ESTADO DEL ARTE SOBRE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA ABORDADOS EN PUBLICACIONES (2004-2006): RESULTADOS RELACIONADOS CON LA IMAGEN DE PRÁCTICA

Recibido:22-03-2012

Aceptado: 10-07-2012

Por: Correa, Mónica Alexandra¹ y Valbuena Ussa, Édgar Orlay².

Resumen

Presentamos la investigación Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología (2004-2008): un aporte a la formación docente, cuyo objetivo se centró en caracterizar los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología a partir de 216 publicaciones encontradas en 16 revistas especializadas realizadas durante el periodo (2004-2008) y hacer un análisis de los aportes a la formación docente derivados de esto. La metodología que orientó la caracterización corresponde a un enfoque cualitativo desde un posicionamiento epistemológico interpretativo-hermenéutico, el método de la investigación documental, y la modalidad de estado del arte. Para la sistematización de la información se empleó el instrumento RAE, cuyo diseño se basó en los criterios que se han acogido para la caracterización de la didáctica de las ciencias como campo de conocimiento y los de un sistema de categorías para el análisis de trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología: problema, composición de equipo de trabajo, sección de la revista, autores, temáticas biológicas, tipo de trabajo, población objeto de estudio, metodología, naturaleza del TP (tipo de TP, imagen de práctica, relación TP, clase de TP), finalidades, metodología del TP, evaluación, relación con aspectos epistemológicos y elementos relacionados con la formación docente. Para efectos de este artículo mostramos exclusivamente los resultados relacionados con la imagen de práctica. Se encuentra que existe una tendencia mayoritaria en considerar las prácticas como alternativa a aspectos específicos de enseñanza aprendizaje, lo cual implica reconocerlas como un componente fundamental del conocimiento didáctico del contenido biológico en tanto resaltan las diferentes potencialidades de esta estrategia para abarcar diversos aspectos la enseñanza–aprendizaje.

Palabras clave: Estado del arte, enseñanza de la Biología (EB), trabajo práctico (TP).

¹ Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Candidata a magíster en educación. Becaria programa “Jóvenes investigadores” de Colciencias. macs1986@hotmail.com.

² Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Docente del Departamento de Biología. Coordinador del Grupo de Investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias. valbuena@pedagogica.edu.co.

Abstract

Research report State of the Art on Practical Work in the Teaching of Biology (2004-2008): A Contribution to the Teacher Training, whose objective was to characterize the Practical Applications in Teaching Biology from 216 publications found in 16 journals made during the period (2004-2008) and analyze the contributions to teacher education derived from this. The methodology that guided the characterization corresponds to a qualitative approach from interpretative-hermeneutic epistemological point, the documentary research method, and the state of the art form. To systematize the information was used SAR instrument, whose design was based on criteria that have been received for the characterization of the Teaching of Science as a field of knowledge and a system of categories for the analysis of practical work in Biology teaching: Problem, team composition, section of the journal, Authors, Subjects Biology, type of work, population under study, Methodology, Nature of TP (TP type, image Practice, Relationship TP class TP), Aims, Methodology of TP, Evaluation, Relationship epistemological aspects and elements related to teacher training. For purposes of this paper, we show only the results related to the image of Practice. It finds a majority tendency to consider alternative practices to specific aspects of teaching and learning, which involves recognizing them as an essential component of pedagogical content knowledge as Biological highlight the different potentialities of this strategy to cover various aspects of teaching-learning.

Key words: State of art, Biology teaching, Practical Work.

Introducción:

Alrededor de la enseñanza de las ciencias hay diversas investigaciones que desde el punto de vista epistemológico, han consolidado un campo de saber reconocido denominado la Didáctica de las Ciencias. No obstante, para el caso de las investigaciones sobre la enseñanza de algunas ciencias específicas, como la de la Biología, poco se ha avanzado en el análisis de su estatus epistemológico. En este sentido, en el contexto de la formación de profesores para la enseñanza de la Biología (EB) se hace necesario caracterizar este posible campo del conocimiento, con miras a contribuir a la estructuración de contenidos formativos docentes (Valbuena *et al*, 2010).

En concordancia con lo anterior, el grupo de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias adscrito al Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) realiza actualmente un proyecto de investigación en el que pretende caracterizar la naturaleza del campo de conocimiento que se ocupa de la EB, mediante un estudio de estado del arte. Como resultados preliminares de dicho proyecto, se han encontrado elementos valiosos que aunque aún no permiten afirmar que la EB corresponde a un campo de conocimiento, si posibilitan identificar tendencias a favor de dicha tesis, como por ejemplo que uno de los problemas predominantes, corresponde a los trabajos prácticos (TP) (Valbuena *et al*. 2010).

Al respecto, los TP son considerados como actividades de la enseñanza de las ciencias en las que los alumnos han de utilizar ciertos procedimientos para resolverlas (Del Carmen, 2000). Son actividades realizadas por los estudiantes bajo la supervisión o guía del docente, que permiten establecer relaciones de complementariedad con la teoría, el ambiente cotidiano y el trabajo de las ciencias (Barberá y Valdés 1996).

De acuerdo con Del Carmen (2000) y Valbuena *et al.* (2010), se considera relevante sistematizar las investigaciones sobre los TP en EB, de tal modo que sea posible caracterizar lo que se ha construido hasta el momento en torno a su desarrollo y así aportar al proyecto en mención y a la estructuración de contenidos en los programas de formación de docentes de Biología, relacionados con los TP como estrategia de enseñanza y por ende como un elemento importante del conocimiento didáctico del contenido.

En este contexto, al interior de este grupo de investigación y en el marco de la Maestría en Educación ofertada por la Universidad Pedagógica Nacional, se realizó la investigación titulada Estado del arte sobre los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología (2004-2008): un aporte a la formación docente, cuyo objetivo se centró en caracterizar los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología a partir de 216 publicaciones de 16 revistas especializadas realizadas durante el periodo 2004-2008 y hacer un análisis de los aportes a la formación docente derivados de esto. La caracterización se basó en los criterios que se han acogido para la caracterización de la didáctica de las ciencias como campo de conocimiento y los de un sistema de categorías para el análisis de trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología: problema, composición de equipo de trabajo, sección de la revista, autores, temáticas biológicas, tipo de trabajo, población objeto de estudio, metodología, naturaleza del TP (tipo de TP, imagen de práctica, relación TP, clase de TP), finalidades, metodología del TP, evaluación, relación con aspectos epistemológicos y aspectos relacionados con la formación docente. Para efectos de este artículo mostramos exclusivamente los resultados relacionados con la imagen de práctica, la cual corresponde a la idea que se tiene sobre la práctica: por ejemplo, como un espacio de demostración de los conocimientos teóricos adquiridos en clase, una actividad que permite el diálogo entre los conocimientos teóricos y los datos empíricos o como una estrategia de enseñanza de la Biología, entre otros.

Es necesario aclarar que aunque autores como Gandolfi (1992) no solo consideran trabajo práctico a las prácticas de laboratorio y las salidas de campo, sino que también incluyen los “experimentos mentales o conceptuales” en los que no hay manipulación de materiales ni contacto directo con el objeto de enseñanza, para este caso tenemos en cuenta como trabajo práctico solamente las salidas de campo y las prácticas de laboratorio, en tanto el interés se centra en aquellas estrategias que posibilitan un contacto directo con el objeto de enseñanza. Por esta razón, publicaciones que hacen referencia a actividades como talleres, ejercicios de lápiz y papel, entre otras, no son tenidas en cuenta en la elaboración del estado del arte, no queriendo decir con esto, que en determinados casos, no pudiesen contemplarse para su análisis.

Referentes metodológicos

La metodología que orientó este estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, con un posicionamiento epistemológico interpretativo, el método de investigación documental y la modalidad de estado del arte. Se utilizó la herramienta resumen analítico educativo (RAE) para procesar la información proveniente de las publicaciones.

La investigación se desarrolló en tres fases: contextualización, clasificación y categorización. En la fase de contextualización se realizó la delimitación del problema, la identificación de fuentes de información y la obtención de las publicaciones para su sistematización. Para ello, se acudió a las revistas de educación, haciendo énfasis en las especializadas en enseñanza de las ciencias y de la Biología, empleadas en el proyecto del grupo de investigación mencionado anteriormente (Valbuena *et al.* 2010).

En la fase de clasificación se elaboraron los resúmenes analíticos educativos, tomando como base los contenidos de los artículos sobre los TP en la EB. El RAE que se implementó fue el diseñado por Valbuena *et al.* (2010), cuya estructura se basa principalmente en las características que identifican a la didáctica de las ciencias como campo de conocimiento. Sin embargo, teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo consiste en caracterizar los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología, se decidió incluir en el diseño del RAE las categorías propuestas por Puentes (2008), Puentes y Valbuena (2010) y Amórtegui y Correa (2009, 2012) establecidas en su trabajo para dicho fin (Ver Tabla 1).

Código RAE	
Tipo de documento	
Sección de la revista	
Tipo de impresión	
Nivel de circulación	
Acceso al documento	
Título	
Autor	
Lugar de trabajo y cargo	
Publicación	
Palabras clave	
Síntesis	
Fuentes	
Problema	
Objetivo	
Población	
Metodología	
Resultados	
Conclusiones	
Tipo de trabajo	
Clase de TP	
Imagen de práctica	
Relación T-P	
Tipo de TP	
Finalidad del TP	
Enfoque del TP	
Momento de realización	
Roles en el desarrollo del TP	
Tipo de evaluación	
Contenidos a evaluar	
Roles en la evaluación	
Relación con aspectos epistemológicos de la Biología y de las ciencias.	

Aspectos relacionados con la formación docente.	
Comentario	
Autor del RAE	

Tabla 1. Formato de RAE (Sombreadas las categorías propuestas por Puentes y Valbuena (2010) y Amórtegui y Correa (2009, 2012))

En la fase de categorización, se realizó la sistematización de la información aportada por los RAE, con la consecuente caracterización de los trabajos sobre los TP en la EB. Para esto también se adoptó y modificó la matriz diseñada por Valbuena *et al* (2010) que tiene algunas de las categorías del RAE. Es de aclarar que en la elaboración de la matriz se realizó un marcado trabajo de interpretación.

La estructura de la matriz es la siguiente:

- La primera columna corresponde a los nombres de las categorías de investigación.
- La segunda columna incluye las subcategorías para cada una de las categorías de investigación.
- En la tercera columna se ponen los códigos de los RAE que comparten las características de un aspecto específico.
- En la cuarta columna se sintetizan, en las respectivas casillas, las características que comparten los correspondientes RAE agrupados, de acuerdo con el aspecto que se esté analizando.
- Finalmente, la quinta columna se realizan las agrupaciones más generales para las diferentes subcategorías de investigación. En esta columna también se incluyen las frecuencias de las diferentes tendencias.

AÑO		TENDENCIAS		
CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	RAE	PRIMERA AGRUPACIÓN	AGRUPACIÓN FINAL
PROBLEMA				
COMPOSICIÓN DE EQUIPO DE TRABAJO				
SECCIÓN DE LA REVISTA				
AUTORES				
TEMÁTICAS BIOLÓGICAS				
TIPO DE TRABAJO				
POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO				
METODOLOGÍA				
FUENTES				
NATURALEZA DEL TP	Clase de TP			
	Imagen de práctica			
	Relación T-P			
	Tipo de TP			
FINALIDADES				
METODOLOGÍA	Enfoque del TP			

	Momento de Realización			
	Roles en el desarrollo del TP (Estudiante-Profesor)			
EVALUACIÓN	Tipo de evaluación			
	Contenidos a evaluar			
	Roles en la evaluación			
RELACIÓN CON ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS	Biología como ciencia			
	Objeto de estudio de la Biología			
	Producción de conocimiento biológico			
	Imagen de ciencia			
ASPECTOS RELACIONADOS CON LA FORMACIÓN DOCENTE				

Tabla 2. Formato de la matriz de sistematización (Modificada a partir de Valbuena *et al.* 2010).

Resultados y discusión

Identificación del material bibliográfico

Se identificó el universo a partir del trabajo realizado por Valbuena *et al* (2010), en el cual se revisaron 48 revistas relacionadas con educación, de las cuales se seleccionaron 30 que publicaban artículos relacionados con la enseñanza de la Biología. Para esta investigación, de estas 30 revistas se escogieron y revisaron 25 que presentan publicaciones relacionadas con la enseñanza de la Biología durante el período 2004-2006 (ver Tabla 3). El acceso a las fuentes de información se realizó a través de los catálogos en línea y de la hemeroteca de la Universidad Pedagógica Nacional.

A partir de la revisión de estas 25 revistas, se seleccionaron los materiales bibliográficos sobre los TP en la EB, lo cual redujo la cantidad de revistas a 16, dado que solo en estas se encontraron dichos artículos. Se encontró un total de 257 artículos relacionados con el tema de interés. Es de aclarar que en el momento de hacer el RAE, 41 de los artículos fueron descartados, ya sea porque no aportaban información suficiente, porque estaban relacionados con ejercicios de lápiz y papel (pese a que estos hacen parte de los TP) o porque eran investigaciones disciplinares biológicas, quedando un total de 216 artículos para la sistematización.

Revista	Total Artículos	Artículos Relacionados con la EB	Artículos Relacionados con los TP En la EB
The American Biology Teacher	651	651	110
Journal of Science Teacher Education	149	6	0
Science Teacher (Washington, D.C.)	1674	148	40
Journal of Research in Science Teaching	165	21	0
Electronic Journal of Science Education	50	4	2
Journal of College Science Teaching	429	40	16
Science Education	217	26	5
Journal of Biological Education	276	152	57
International Journal of Science Education	474	34	9
Science & Education	245	14	0
Teaching Science	277	19	1
Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)	125	11	1
The Journal of Environmental Education	61	2	0
Connect UNESCO international science, technology and environmental education newsletter	134	1	0
Journal of Science Education and Technology	199	11	2
Journal of Baltic Science Education	53	7	0
International Journal of Science and Mathematics Education	165	8	0
Journal of Turkish Science Education	71	5	0
Enseñanza de las ciencias	172	11	2
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	151	21	2
Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales	148	29	4
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias	197	16	5
Tecné, Episteme y Didaxis	167	30	1
Nodos y Nudos	138	1	0
Ciencia y educacao	171	37	0
Total	6559	1305	257
Porcentajes			19.69% en relación con artículos de EB

Tabla 3. Artículos relacionados con la EB y con los TP en la EB

De la revisión realizada se resalta el elevado porcentaje de artículos relacionados con los trabajos prácticos en la enseñanza de la Biología, ya que de 1305 artículos relacionados con la enseñanza de esta ciencia, 257 (19.69%) hacen referencia particularmente a trabajos prácticos (ver Tabla 6.3). Esto concuerda con lo reportado por Valbuena, *et al* (2010), Bernal (2009) y Durán (2010), quienes encontraron que existe una diversidad de abordajes de las investigaciones y experiencias sobre TP en la EB, en las que se problematiza este asunto como un recurso para la enseñanza. Además, con lo planteado por Gil, Carrascosa y Martínez (2000) y González (1992), quienes afirman que los TP se han consolidado como una línea de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales.

Con relación a la escogencia de las publicaciones, se tuvo en cuenta que la publicación revisada abordara la enseñanza de alguna temática biológica, por ejemplo, fisiología, botánica, anatomía, genética, ecología, entre otros, mediante el uso de trabajos prácticos o que problematizara el papel de los mismos en la enseñanza de la Biología. Cabe aclarar nuevamente que los casos en los que los artículos estaban relacionados con ejercicios de lápiz y papel, pese a que estos son TP, no se tomaron en cuenta; solo se consideraron los que estaban relacionados con prácticas de campo y de laboratorio. Para tal fin, el primer recurso de selección fue el título de la publicación y en segunda medida una lectura del resumen o abstract. Además, que no se tuvo en cuenta como fuente de información en la investigación aquellas publicaciones que correspondían a reseñas de libros científicos, libros de texto, ni editoriales.

Caracterización de la imagen de práctica de los TP abordados en las publicaciones seleccionadas (2004-2006)

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la sistematización de los RAE, lo cual implicó identificar las tendencias de los contenidos de los 216 artículos analizados, para la categoría imagen de práctica. Para tal fin, se presentan algunas tablas en las que se ilustran las tendencias con sus respectivas frecuencias, la descripción y análisis de resultados y algunos ejemplos.

Para esta categoría, se encuentra una gran variedad de tendencias en los cinco años, entre las cuales se destacan unas básicas que se presentan en diferentes proporciones y que luego comienzan a relacionarse entre sí, dando como resultado imágenes de práctica más complejas. Las imágenes de TP básicas son:

-Imagen de práctica como estrategia de enseñanza vivencial. Esta es una imagen de práctica como una estrategia de enseñanza que permite “vivenciar y experimentar” el aprendizaje, en la cual es posible observar los fenómenos biológicos directamente, de primera mano y en tiempo real.

-Imagen de práctica como estrategia de enseñanza afectiva. Esta es una imagen de práctica como una estrategia de enseñanza que estimula, motiva e interesa al estudiante hacia el proceso de aprendizaje de la Biología y de las ciencias.

-Imagen de práctica como aproximación a la investigación. Esta es una imagen de práctica como una estrategia de enseñanza que posibilita la aproximación, exposición y/o inmersión en los procesos propios de las investigaciones científicas.

TENDENCIAS CATEGORÍA NATURALEZA DEL TRABAJO PRÁCTICO				
MAGEN DE PRÁCTICA				
2004 n=50	2005 n=47	2006 n=60	2007 n=27	2008 n=32
Los trabajos prácticos abordados en las publicaciones dan cuenta de las siguientes imágenes de práctica: -Estrategia que ofrece alternativas a aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (30%)	Los trabajos prácticos abordados en las publicaciones dan cuenta de las siguientes imágenes de práctica: -Estrategia que ofrece alternativas a aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (25.5%)	Los trabajos prácticos abordados en las publicaciones dan cuenta de las siguientes imágenes de práctica: Estrategia que ofrece alternativas a aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (25%)	Los trabajos prácticos abordados en las publicaciones dan cuenta de las siguientes imágenes de práctica: Estrategia que ofrece alternativas de aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (11,1%)	Los trabajos prácticos abordados en las publicaciones dan cuenta de las siguientes imágenes de práctica: Estrategia que ofrece alternativas de aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (25%)
-Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación. (8%)	Estrategia vivencial y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (8.5%)	Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación. (10%)	Estrategia de enseñanza vivencial. (11,1%)	Estrategia afectiva y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (12,5%)
-Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (8%)	Estrategia de enseñanza vivencial- afectiva- como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje. (6.3%)	Estrategia de enseñanza vivencial como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje. (6,7%)	Estrategia vivencial-afectiva como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (11,1%).	Estrategia de enseñanza vivencial (6,3%)
-Estrategia de enseñanza vivencial (6%)	Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación. (4.2%)	Estrategia de enseñanza vivencial. (5%)	Estrategia afectiva como investigación como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje. (7,4%)	Estrategia de enseñanza Afectiva (6,3%)

-Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación y afectiva. (4%)	Estrategia de enseñanza vivencial, afectiva y como aproximación a la investigación. (4.2%)	Estrategia afectiva como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (5%)	Estrategia de enseñanza afectiva (3,7%)	Estrategia vivencial como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (6,3%)
-Estrategia de enseñanza vivencial y afectiva (2%)	Estrategia de enseñanza vivencial. (2.1%)	Estrategia de enseñanza vivencial-afectiva como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (5%).	Estrategia de enseñanza como aproximación a la investigación (3,7%)	Estrategia de enseñanza vivencial- afectiva (6,3%)
-Estrategia vivencial y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (2%)	Estrategia de enseñanza afectiva y como aproximación a la investigación (2.1%)	Estrategia de enseñanza vivencial como aproximación a la investigación (3,3%).	Estrategia de enseñanza vivencial- afectiva (3,7%)	Estrategia vivencial, afectiva y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (6,3%)
-Estrategia como aproximación a la investigación, afectiva y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (2%)	Estrategia de enseñanza vivencial-afectiva (2.1%)	Imagen de práctica por niveles. (3,3%)	Estrategia vivencial como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (3,7%)	Estrategia de enseñanza vivencial y como aproximación a la investigación (3,1%)
-Estrategia vivencial, afectiva y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza aprendizaje. (2%)	No se explicita ni es posible inferirlo. (27.6%)	Estrategia de enseñanza vivencial- afectiva (1,7%)	Estrategia como aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (3,7%)	Estrategia de enseñanza afectiva y como aproximación a la investigación. (3,1%)
No se explicita ni es posible inferirla. (36%)		Estrategia como aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje	Estrategia de enseñanza vivencial como aproximación a la investigación (3,7%).	Estrategia afectiva, como aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje.

		(1,7%)		(3,1%)
		Estrategia de enseñanza afectiva como aproximación a la investigación (1,7%)	Estrategia vivencial como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje como investigación (3,7%).	Estrategia, vivencial, como aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (3,1%)
		Estrategia de enseñanza vivencial-afectiva como aproximación a la investigación (1,7%)	No se explicita (33,3%)	No se explicita (18,7%)
		Estrategia de enseñanza afectiva como aproximación a la investigación. Como alternativa de otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje. (1,7%)		
		No se explicita ni es posible inferirla (28,3%)		

Tabla 4. Tendencias en la imagen de práctica desarrollada en las publicaciones revisadas de los años 2004 al 2008. (TP: Trabajos Prácticos y EB: Enseñanza de la Biología).

- *Imagen de práctica como alternativa a otros aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (e-a)*. Esta es una imagen de práctica como una estrategia que ofrece alternativas a ciertos aspectos específicos de la e-a de las ciencias, diferentes a los nombrados en las imágenes anteriores (abordar aspectos afectivos, vivenciales e investigativos). Esto sin excluir el hecho de que también los pueda abordar. Por ejemplo, dentro de esos aspectos específicos de e-a se puede encontrar el lograr un aprendizaje significativo, mejorar la comprensión de los conceptos enseñados en clase, complementar la enseñanza expositiva del salón de clase, superar conceptos erróneos o el permitir el abordaje de los fenómenos a nivel micro y macro.

Según los resultados descritos en la Tabla 4, para los cinco años existe una tendencia mayoritaria en considerar las prácticas como *alternativa a aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje*, en general. Las imágenes en las que se considera la práctica como *estrategia de aproximación a la investigación* presentan una tendencia intermedia. Aquellas relacionadas con una imagen como *estrategia de enseñanza vivencial* y como una *estrategia de enseñanza afectiva* se encuentran en las tendencias minoritarias. Sin embargo, es de aclarar que estas imágenes de práctica en los cinco años, se encuentran en tendencias mayoritarias mezcladas entre sí.

Haciendo referencia a la imagen de práctica como *alternativa a aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje*, en los cinco años se destacan los siguientes aspectos:

- Descansar del trabajo tradicional.
- El estudio de fenómenos biológicos a nivel macroscópico y microscópico.
- La enseñanza de conceptos difíciles de aprender.
- Posibilitar la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar.
- La aclaración de ideas erróneas.
- Representar conceptos abstractos.
- La introducción, demostración e ilustración de conceptos.
- El desarrollo de habilidades procedimentales.
- La comprensión, aplicación y/o integración de conocimientos.
- Promover un aprendizaje activo/ dinámico.
- Hacer más significativo el aprendizaje al posibilitar que el estudiante recuerde a largo plazo los elementos enseñados.

Esta tendencia es fundamental dado que implica reconocer los TP como un componente fundamental del conocimiento didáctico del contenido, pues autores como Valbuena (2007), Porlán y Rivero (1998), Carlsen (1999) y Magnusson, Krajcik y Borko (1999) identifican las estrategias de enseñanza como un aspecto fundamental en la estructuración del CDC que los profesores deben manejar desde su formación inicial.

Aunado a lo anterior, esta imagen de práctica da cuenta de la importancia de los TP como estrategia de enseñanza de la Biología, resaltando las diferentes potencialidades de estos para abarcar aspectos específicos de la e-a (Del Carmen y Pedrinaci, 1997; Del Carmen, 2000; Caamaño, 2003), que desde otras estrategias no son posibles o son difíciles de abordar, como son: representar conceptos abstractos, el estudio de fenómenos biológicos a nivel macroscópico y microscópico, la aclaración de ideas erróneas, posibilitar la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar y enseñar elementos epistemológicos de la Biología.

Esto es importante, en la medida en que autores como Castro y Valbuena (2007) plantean que la Biología demanda de algunas particularidades que derivan en importantes implicaciones didácticas, puesto que así como no es lo mismo enseñar Matemáticas que enseñar Educación Física, la enseñanza de la Biología da cuenta de algunos aspectos que son inherentes a esta ciencia y que requieren que sus estrategias de enseñanza posean características diferentes a las de otras ciencias como la Química o la Física.

En relación con lo planteado anteriormente, los TP son una estrategia importante de la EB, en tanto, los trabajos de laboratorio permiten el estudio de los fenómenos biológicos (a diferentes niveles, morfología, estructura, funcionamiento, entre otros) y los trabajos de campo implican la exploración de entornos naturales abordando fenómenos relacionados mayoritariamente con la ecología (Puentes, 2008; Castro, 2005).

En lo que respecta a la imagen de práctica en la que se considera el TP como una estrategia para abordar elementos difíciles de enseñar en el aula como los conceptos abstractos y los niveles microscópicos de organización, Brusí (1992) citado en Del Carmen y Pedrinaci (1997), destaca como papel didáctico de los TP, enfatizando en las salidas de campo, el hecho de facilitar el conocimiento de conceptos difícilmente abordables sin un contacto directo con ellos, así como el hecho de potenciar el desarrollo de procedimientos científicos que no tienen cabida en el aula.

Autores como Harrell *et al.* (2005), destacan la utilidad de los TP para abordar conceptos abstractos en la enseñanza de la Biología como la composición celular, las enzimas, la estructura del ADN, entre otros, posibilitando que los estudiantes los representen y los visualicen. Por su parte, Delpech (2004) resalta las oportunidades que los TP ofrecen para abordar fenómenos biológicos que ocurren en los niveles macroscópicos y microscópicos de organización, en tanto estos ofrecen la posibilidad de fomentar la observación microscópica cuidadosa, y la revelación de una relación clara entre lo que está pasando en los dos niveles de organización.

A manera de ejemplo de las publicaciones que dan cuenta de esta imagen de TP, se citan los trabajos realizados por Turner *et al.* (2006), quienes consideran las prácticas como estrategias de enseñanza que posibilitan realizar una representación concreta y tangible de conceptos abstractos y como estrategias de enseñanza que posibilitan el estudio de fenómenos biológicos a nivel microscópico y macroscópico.

En relación con la imagen de práctica en la que se considera el TP como una estrategia para posibilitar la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar, Orange (1999), citado en Dourado (2006), plantea que los datos obtenidos en laboratorio o en campo son influenciados por los referentes teóricos orientados desde diversas disciplinas y deberán permitir la elaboración de nuevos modelos teóricos o el perfeccionamiento de los ya existentes desde un punto de vista multidisciplinar. Lo anterior, según Alarcón y Piñeros (1989), permite que desde los TP el estudiante se proyecte en todas las áreas, Geografía, Historia, Arte, Biología, entre otros.

El trabajo realizado por Esteban *et al.* (2005) ejemplifica esta tendencia de imagen de práctica, en tanto estos autores consideran la práctica como una estrategia de enseñanza que posibilita la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar.

En lo referente a la imagen de práctica en la que se consideran los TP como una estrategia para redireccionar las concepciones erróneas de los estudiantes, una de

las publicaciones que ejemplifica esta tendencia es la realizada por Ragsdale y Pedretti (2004), quienes consideran las prácticas de laboratorio como actividades en las cuales los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar lo que aprenden en clase, durante las cuales es posible descubrir y direccionar las concepciones erróneas, especialmente las relacionadas con los problemas de escala.

Este elemento es importante en tanto una de las principales dificultades en la enseñanza de la Biología, se relaciona con el hecho de modificar las concepciones erróneas de los estudiantes, las cuales muchas veces se constituyen en obstáculos epistemológicos a la hora de lograr que los estudiantes aprendan ciertos conceptos (Valbuena, 2007).

Haciendo referencia a las imágenes de práctica como una estrategia que posibilita demostrar, ilustrar, aplicar, comprender, integrar elementos teóricos, construir conocimiento y fomentar un aprendizaje significativo; es importante aclarar que las diferencias entre la percepción del profesorado sobre estas actividades, están muy relacionadas con los diferentes enfoques de enseñanza desde las cuales las conciben, lo cual a su vez se relaciona con las finalidades que con ellas se persiguen, los tipos de actividades que incluyen y también con la relación T-P que se llega a establecer (Barberá y Valdés, 1996; Del Carmen, 2000; Baldaia, 2006; Amórtegui y Correa, 2009, 2012).

Así, aquellas publicaciones que hacen referencia a las prácticas como una estrategia que posibilita demostrar, ilustrar y evidenciar elementos teóricos, se relacionan con un enfoque de enseñanza por transmisión, en el cual la práctica es considerada como el espacio de demostración de los conocimientos teóricos adquiridos en clase (Baldaia, 2006) y de acuerdo a Rodrigo *et al.* (1999), como un verificador de la teoría. Un ejemplo de una publicación en la que se evidencia una imagen de práctica de este tipo, se encuentra en el trabajo realizado por Sparkes *et al.* (2008) quienes consideran los TP como estrategias de enseñanza para demostrar conceptos desde un enfoque práctico.

Con este enfoque, también pueden relacionarse aquellas publicaciones en las cuales existe una imagen de práctica como una estrategia de enseñanza para desarrollar habilidades procedimentales, en donde según Rodrigo *et al.* (1999) y Caamaño (2003), la práctica es considerada como una actividad diseñada para aprender determinados procedimientos o destrezas para ilustrar experimentos que corroboren la teoría.

Las publicaciones en las que se plantea una imagen de práctica como una estrategia de enseñanza que aparte de demostrar y aplicar elementos teóricos y desarrollar habilidades procedimentales, posibilita la comprensión, el entendimiento, la construcción o la integración de conocimientos, así como promover un aprendizaje activo y significativo, podrían relacionarse con enfoques constructivistas, en donde prima el tratamiento de problemas, la comprensión conceptual de los fenómenos y la comprensión procedimental de las técnicas de investigación que confluyen en los procesos cognitivos y sirven como medio para llegar al conocimiento teórico y construcción de conocimientos (Caamaño 2003).

Un ejemplo de una publicación en la que se evidencia una imagen de práctica de este tipo, se encuentra en el trabajo realizado por Jenkins y Bielec (2006), quienes consideran las prácticas como una experiencia que permite hacer más significativo el aprendizaje científico de los estudiantes.

Por otro lado, en lo que respecta a la imagen de práctica como *estrategia de enseñanza de aproximación a la investigación*, aquí se encuentran ubicadas las publicaciones que resaltan la importancia de los TP como una estrategia de enseñanza que posibilita la introducción, aproximación, desarrollo de elementos propios de las investigaciones científicas. Un ejemplo de estas publicaciones, es el trabajo de Bencze (2004), quien considera las prácticas como una estrategia de enseñanza que posibilita la inmersión en un entorno de investigación en ciencias auténtico.

Esta tendencia corresponde al planteamiento de Del Carmen (2000), en el que la práctica se configura como una actividad que se realiza generalmente fuera del aula tradicional de clases, en la que los estudiantes deben realizar algún tipo de procedimiento científico.

Además, retomando lo planteado anteriormente, con respecto a las relaciones entre la imagen de práctica y el enfoque de enseñanza desde la cual es pensada, esta tendencia también podría relacionarse con enfoques constructivistas, en donde prima el tratamiento de problemas, la comprensión conceptual de los fenómenos y la comprensión procedimental de las técnicas de investigación que confluyen en los procesos cognitivos, donde estas prácticas son diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos, familiarizándose con el trabajo científico y aprendiendo en el curso de la investigación las destrezas y procedimientos propios de la indagación (Caamaño, 2003).

Esta tendencia también se relaciona con lo planteado por Del Carmen (2000) y Barberá y Valdés (1996), quienes destacan como características del trabajo práctico el hecho de que implican el uso de procedimientos científicos de diferentes características (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, entre otros).

De otra parte, haciendo referencia a aquellas publicaciones en las que se consideran las prácticas como una *estrategia de enseñanza vivencial*, a manera de ejemplo se citan los artículos realizados por Chanchaichaovivat; Panijpan y Ruenwongsa (2008) y Schnittka (2006), quienes respectivamente dan cuenta de la práctica como una estrategia de enseñanza que permite estudiar directamente las relaciones entre los organismos en su hábitat natural y como una estrategia que permite generar experiencias de primera mano.

Lo anterior podría relacionarse con el TP como experiencia planteado por Caamaño (2003), el cual hace referencia a actividades prácticas destinadas a obtener la familiarización perceptiva con los fenómenos y, en este sentido, persigue la adquisición de experiencias sobre fenómenos del mundo físico, químico, biológico y geológico, lo cual es fundamental para una comprensión teórica. También se relaciona con lo planteado por Puentes (2008) y Puentes y Valbuena (2010), quienes afirman que los TP son estrategias en donde los estudiantes pueden entrar en contacto directo con su objeto de estudio.

Además, esta tendencia se correspondería con las ideas de Alarcón y Piñeros (1989), quienes destacan como papel didáctico de las prácticas la pretensión de que el alumno observe, asimile, correlacione, reconozca, aplique y viva los temas tratados en clase; con las ideas de Del Carmen y Pedrinaci (1997), quienes afirman que estas estrategias son uno de los recursos pedagógicos más reales, concretos y sensibles que relacionan la teoría con sus vivencias, y con las ideas de Brusi (1992), citado en Del Carmen y Pedrinaci (1997), quien hace referencia a que los TP

proporcionan vivencias que sirven como referente para captar los cambios temporales y los ritmos y cadencia en la sucesión de los fenómenos biológicos.

Para el caso de las publicaciones que dan cuenta de una imagen de práctica como *estrategia de enseñanza afectiva*, a manera de ejemplo se cita a McEwen (2007), quien considera la práctica como una estrategia que estimula el interés en los estudiantes por los estudios biológicos.

Esta tendencia se relaciona con los planteamientos de Harem (1989), Reid y Hodson (1993) y Claxton (1994), citados en Del Carmen (2000), quienes afirman que los TP son actividades muy importantes, ya que pueden jugar un papel fundamental en el incremento de la motivación hacia las ciencias experimentales. Además, de acuerdo a Alarcón y Piñeros (1989), los TP son uno de los medios al cual recurren los docentes como un recurso motivador que permite que el alumno amplíe sus intereses hacia el aprendizaje de la Biología.

Es destacable el hecho de encontrar entre las tendencias mayoritarias, publicaciones con imágenes de práctica que articulan elementos *investigativos, afectivos y vivenciales*, en tanto dan cuenta de una percepción más compleja de las posibilidades que ofrecen estas estrategias. Esto es importante porque según Caamaño (2003), dada la gran variedad de objetivos de los trabajos prácticos, no se deben considerar desde una perspectiva excluyente, sino más bien desde una perspectiva complementaria.

Un ejemplo de una publicación que presenta una imagen de práctica como *estrategia de enseñanza afectiva, de aproximación a la investigación y como alternativa de otros aspectos de e-a*, es la realizada por Travaille y Adams (2006), quienes ven la práctica como una estrategia de enseñanza que proporciona una excelente oportunidad para explorar la investigación auténtica, aumenta la motivación e interés de los estudiantes, ofrece una mayor comprensión y aprecio por la ciencia.

Conclusiones

En relación con la imagen de práctica que se evidencia en los TP de las publicaciones revisadas, para los cinco años existe una tendencia mayoritaria en considerar las prácticas como alternativa a aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje (descansar del trabajo tradicional, el estudio de fenómenos biológicos a nivel macroscópico y microscópico, posibilitar la enseñanza desde un punto de vista multidisciplinar, la aclaración de ideas erróneas, representar conceptos abstractos, hacer más significativo el aprendizaje, entre otros). Las imágenes en las que se considera la práctica como estrategia de aproximación a la investigación presentan una tendencia intermedia. Aquellas relacionadas con una imagen como estrategia de enseñanza vivencial y como una estrategia de enseñanza afectiva se encuentran en las tendencias minoritarias. Sin embargo, es de aclarar que estas imágenes de práctica en los cinco años, se encuentran en tendencias mayoritarias mezcladas entre sí.

Estos hallazgos implican reconocer los TP como un componente fundamental del conocimiento didáctico del contenido biológico, en tanto resaltan las diferentes potencialidades de esta estrategia para abarcar diferentes aspectos la enseñanza-aprendizaje, que desde otras estrategias no son posibles o son difíciles de abordar. Además, se resaltan como características del trabajo práctico el hecho de que implican el uso de procedimientos científicos de diferentes características

(observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, entre otros), su protagonismo para estudiar directamente fenómenos biológicos, para generar experiencias de primera mano y para motivar a los estudiantes.

Con relación a la imagen de práctica, es de destacar la importancia de promover en la formación docente una imagen que integre la visión de las prácticas como alternativa a aspectos específicos de enseñanza-aprendizaje, como estrategia de aproximación a la investigación, como estrategia de enseñanza vivencial y como estrategia de enseñanza afectiva. Esto, considerando que desde la perspectiva de la formación de profesores, lo práctico responde a la integración de diferentes componentes, donde la práctica no debe limitarse exclusivamente a un compilado de técnicas y a la demostración de elementos teóricos, sino que debe incluir una gama de aspectos y diversos conocimientos, tales como elementos históricos y epistemológicos, conceptos, procedimientos y actitudes.

Además, desde el conocimiento didáctico del contenido es necesario que los futuros docentes consideren los TP como una estrategia que brinda enormes posibilidades para la enseñanza de la Biología, entre ellas el aspecto vivencial, el afectivo, el investigativo y de otras alternativas como el abordaje de conceptos abstractos, los niveles macro y micro de organización y el promover un aprendizaje significativo. Solo de esta manera le encontrarán sentido al uso de los TP en su futura labor docente y los plantearán y direccionarán adecuadamente.

Referencias

- Alarcón, Y. & Piñeros, I. (1989). *Las salidas de campo como un recurso pedagógico. Modelo de una salida*. Tesis para optar al título de Licenciado en Biología y Química. Universidad de la Salle. Bogotá.
- Amórtegui, E. & Correa, M. (2009). *Las Prácticas de Campo planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Tesis para optar al Título de Licenciado en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia, Bogotá DC.
- Amórtegui, E. & Correa, M. (2012). *Las Prácticas de Campo Planificadas en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del Conocimiento Profesional del Profesor de Biología*. Bogotá: Fundación Francisca Radke y Universidad Pedagógica Nacional.
- Baldaia, L. (2006). El Cambio de las Concepciones Didácticas sobre las Prácticas, en la enseñanza de la Biología. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 47, 23-29.
- Barberá, O. & Valdés, P (1996). El Trabajo Práctico en la enseñanza de las Ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Bencze, L. (2004). Science teachers as metascientists: an inductive–deductive dialectic immersion in northern alpine field ecology. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1507-1526.
- Bernal, S. (2009). *Contribución al estado del arte del campo del conocimiento de la enseñanza de la biología: Journal of Biological Education 2007-2008*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Enseñanza de la Biología. Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá D.C.
- Caamaño, A. (2003). Los Trabajos Prácticos en Ciencias. En Jiménez (Coord.) *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Ed. Grao.

- Carlsen, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 133-144). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Castro, J. (2005). *La investigación del entorno natural: una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Fundación Francisca Radke.
- Castro, A. & Valbuena, E. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 22, pp. 127-144.
- Chanchaichaovivat, A.; Panijpan, B. y Ruenwongsa, P. (2008). Yeast biocontrol of a fungal plant disease: a model for studying organism interrelationships. *Journal of biological education*, 43(1), 36-39.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En: Perales, J. y Cañal, P. (Coord.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Editorial Marfil Alcoy: España.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y el trabajo de campo. En Del Carmen (Coord.) *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Editorial Horsori.
- Delpech, R. (2004). Microecology: Using fast-growing filamentous fungi to study the effects of environmental gradients on the growth patterns of hyphae. *Journal of Biological Education*, 38(2), 90-95.
- Dourado, L. (2006). Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais Relativas à implementação Integrada do Trabalho Laboratorial e do Trabalho de Campo. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 192-212.
- Durán, O. (2010). *Contribución al estado del arte sobre la enseñanza de la biología. El caso de "The American Biology Teacher"*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Enseñanza de la Biología. Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá D.C.
- Esteban, F.; Del Moral, M.; Sánchez-López, A.; Blanco, S.; Jiménez, A.; Hernández, R.; Pedrosa, J. y Peinado, M. (2005). Colorimetric quantification and in situ detection of collagen. *Journal of Biological Education*, 39(4), 183-186.
- Gandolfi, A. The Conceptual Experiments in the Development of Physics. En: *Actas de la International Conference on History of the Physical-Mathematical Sciences and the Teaching of Sciences*. Madrid, 9-11 Sept. 1922. 124.
- Gil, D., Carrascosa J. & Martínez, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En Perales, J. y Cañal, P. (Coord.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Editorial Marfil Alcoy: España.
- González, E. (1992); ¿Qué hay que renovar en los Trabajos Prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 206-211.
- Harrell, P.; Richards, D.; Collins, J. y Taylor, S. (2005). Using concrete & representational experiences to understand the structure of DNA: A four-step instructional framework. *The American Biology Teacher*, 67(2), 77-85.
- Jenkins, K. y Bielec, B. (2006). Running DNA Mini-Gels in 20 Minutes or Less Using Sodium Boric Acid Buffer. *The American Biology Teacher*, 68 (9), 544-546.
- Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En: Gess-Newsome, J. and Lederman, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content*

Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education. (pp. 95-132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

- McEwen, B. (2007). Easy growth experimento on peas stimulates interest in biology for 10-11 year old pupils. *Journal of biological education*, 41(2), 2007, 84-88.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- Puentes, M. (2008). *Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del Trabajo Práctico en la enseñanza de la Biología*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Enseñanza de la Biología. Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá D.C.
- Puentes, M. & Valbuena, E. (2010). Sistema de categorías para el análisis didáctico de los trabajos prácticos en la enseñanza de la biología. *Bio-grafía, escritos sobre la biología y su enseñanza*, 3, (5). En: <http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/biografia/article/viewFile/816/806>
- Ragsdale, F. y Pedretti, K. (2004). Making the Rate: Enzyme dynamics using Pop-It beads. *The American Biology Teacher*, 66(9), 621-626.
- Rodrigo, M.; Morcillo, J.; Borges, R.; Calvo, A.; Cordeiro, N.; García, F. & Raviolo, A. (1999) Concepciones sobre el Trabajo Práctico de campo (TPC): una aproximación al pensamiento de los futuros profesores. *Revista Complutense de Madrid*, 10 (2), 261-285.
- Schnittka, C. (2006). Learning lessons from estuarios. Through field trips to a local stuary, students are immersed in ecological diversity. *The Science Teacher*, 73(1), 31-35.
- Sparkes, T.; Brooke, J.; Talkington, J.; Mills, C. & Volesky, L. (2008). Leaf Degradation, Macroinvertebrate Shredders & Energy Flow in Streams: A Laboratory-Based Exercise Examining Ecosystem Processes. *The American Biology Teacher*, 70(2), Pp. 90-94.
- Travaille, M. y Adams, S. (2006). Using digital microscopy. *The Science Teacher*, 73(4), 50-54.
- Turner, K.; Tevaarwerk, E.; Unterman, N.; Grdinic, M.; Campbell, J.; Chandrasekhar, V. y Chang, R. (2006). Seeing the Unseen. The scanning probe microscopic and nanosclae measurement. *The Science Teacher*, 73(9), 58-61.
- Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Valbuena, E.; Amórtegui, E.; Correa M. & Bernal, S. (2010). *Estado del arte sobre el campo de conocimiento de la Enseñanza de la Biología*. Informe de Proyecto de Investigación: CIUP. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.