

## Los campos que hacen de la formación de profesores una línea de investigación en la didáctica de las ciencias de la naturaleza

Rafael Y. Amador Rodríguez<sup>1</sup> - Deysi Moreno García<sup>2</sup> - Rómulo Gallego Badillo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Manuela Beltrán y Grupo IREC, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Colombia.  
ramador@uni.pedagogica.edu.co, rafye@yahoo.com

<sup>2</sup> Institución Educativa Eduardo Santos Soacha, Cundinamarca, Colombia.  
deysimoreno\_lq@yahoo.com

<sup>3</sup> Grupo IREC, Universidad Pedagógica Nacional Bogotá, Colombia.  
rgallego@uni.pedagogica.edu.co

*Se discute el problema de la Formación de Profesores de Ciencias como campo de investigación dentro de la Nueva Didáctica de las ciencias. Se presentan los fundamentos conceptuales y metodológicos desde los cuales los investigadores han realizado estudios críticos y elaborado propuestas al respecto.*

**Palabras Claves:** formación inicial y continua de profesores de ciencias, concepciones de los profesores y de los estudiantes, currículo, evaluación, modelos didácticos, relaciones CTS.

*The problem of the initial continuous training of science teachers, as a research in the new science education, is treated in this paper. The conceptual and methodological foundations, which support the critical studies and proposals about Teacher's initial training within the researcher community, are presented.*

**Keywords:** Initial and continuous training of teachers of science, teachers and student's conceptions, curriculum, evaluation, pedagogical models, STS relations.

### Introducción

La formación inicial y continua de profesores de ciencias se ha consolidado como un campo de investigación (Mellado, 1999; Amador Rodríguez y Gallego Badillo, 2004) en el que los especialistas han propuesto que los aspectos por considerar podrían ser: conocer la ciencia que se enseña; la relación entre la filosofía y la historia de las ciencias; las concepciones de los profesores; los fundamentos didácticos y pedagógicos de los mismos; además de conocer los esquemas alternativos de los estudiantes; la relación teoría-práctica en el ejercicio docente; investigación en el sistema aula; la formulación de modelos didácticos y el no menos importante proceso evaluativo. Los aspectos anteriormente mencionados se abocarán a lo largo de este escrito.

La didáctica de las ciencias se ha constituido como una disciplina conceptual y metodo-

lógicamente fundamentada (Gallego Badillo et al., 2004), en la cual los especialistas han delimitado los campos de conocimiento (Gil Pérez et al., 1999); uno de éstos es el de la formación inicial y continua de profesores de ciencias.

Las investigaciones en este campo han propuesto una serie de tópicos para ser tenidos en cuenta en la formación de los futuros docentes de las áreas de ciencias. Como abordaje a este campo se encuentra una de las propuestas más relevantes: la formulada por el Profesor Daniel Gil Pérez (1991), que pregunta *¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?*. Al parecer es esta publicación la que introduce el problema de la formación de profesores en ciencias en Hispanoamérica y en la didáctica de las ciencias. La propuesta de Daniel Gil Pérez plantea que el profesor ha de conocer la historia de las ciencias, tanto como los problemas que encaran los científicos en la construcción del conoci-

miento; resalta la importancia de las relaciones CTS y desarrolla un planeamiento alrededor de qué conocimiento ha de enseñarse en el sistema aula.

### Epistemología y enseñanza

Una de las temáticas que igualmente proponen los investigadores en este campo de conocimiento, es que el docente ha de conocer muy bien la ciencia que enseña; la pregunta que surge es ¿desde qué versión epistemológica el docente conoce la ciencia que hace objeto de trabajo en el sistema aula?. La respuesta ha de conducirlo a revisar el dominio que ha elaborado acerca de las teorías o modelos que soportan la estructura de ese saber como ciencia.

El interrogante podría responderse desde la versión empiropositivista según la cual la ciencia se ha constituido a partir de observaciones sistemáticas, considerándola lineal y acumulativa, concepción que se concretaría en el colectivo aula mediante un proceso de enseñanza/aprendizaje centrado en la transmisión y repetición de contenidos.

Otra versión, sería aquella en la cual la construcción de las ciencias se soporta en una lógica deductiva, donde la tarea de los hombres y mujeres de ciencias es la de formular teorías o modelos científicos (Popper, 1962), con el fin de dar cuenta de aquellos fenómenos que acontecen en la naturaleza. Esta propuesta ha sido retomada por el constructivismo moderado (Gallego Badillo, 1993), que considera que la elaboración del conocimiento es un trabajo colectivo que además tiene una dinámica no lineal y compleja.

En consecuencia, acudiendo a esta última versión epistemológica, los profesores de ciencias no sólo han de conocer las teorías o modelos de la ciencia que enseñan, sino también han de dar cuenta del proceso histórico de construcción de la misma (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Uribe, Cuellar Fernández y Amador Rodríguez, 2004), esto es, han de identificar los obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1982) que surgieron en el momento en que los hombres y mujeres de ciencias formularon los modelos o teorías, con el fin de elaborar un

discurso mucho más completo acerca de la constitución del conocimiento científico.

Para lo anterior, los profesores en formación y en ejercicio, han de apoyarse en la historia de las ciencias; es decir, tener en cuenta el contexto social, político, económico y cultural dentro del cual tales teorías o modelos científicos fueron formulados y admitidos por la respectiva comunidad de especialistas. Una vez concluida la formación del docente, es de esperar que en su praxis profesional demuestre, que no sólo conoce las teorías o modelos que constituyen una ciencia dada, sino que además pueda dar cuenta del por qué ciertas teorías o modelos responden a unas problemáticas específicas.

Dadas las anteriores consideraciones es preciso formular la siguiente pregunta: ¿Cómo relacionar la filosofía y la historia de las ciencias, con la formación de profesores?. En este caso, el profesor, durante su formación, se supone que ha elaborado una visión crítica de la construcción de las ciencias, que le permita, así, tomar decisiones para su ejercicio docente en cuanto a las teorías o modelos que hace objeto de trabajo en el aula.

### Trabajo Docente

Por otro lado, algunos especialistas en didáctica de las ciencias, a partir de sus investigaciones, han identificado que los profesores expertos, no requieren una formación didáctica y pedagógica adicional (Mellado Jiménez, 1999), ya que consideran que la trayectoria los ha dotado de las herramientas suficientes para enseñar la ciencia que enseñan. Otra versión de docente experto sería aquella que parte de que el enseñar es una aptitud innata y por lo tanto basta con saber la ciencia para enseñarla. Una y otras versiones conducen, indudablemente, al paradigma de la transmisión verbal de contenidos.

En el contexto de este trabajo otro interrogante es: ¿Qué se entiende por una formación didáctica y pedagógica en la formación de profesores? Para responderlo, se puede afirmar que desde la formulación misma del currículo es preciso integrar la “enseñanza de las

ciencias” con la “enseñanza de la enseñanza de las mismas”; aseveración ésta, que adquiriría sentido pleno en el interior de una aproximación epistemológica constructivista moderada. Con estos presupuestos el docente en formación ha de elaborar y sustentar su versión de la didáctica y de la pedagogía de las ciencias de manera tal que haga de ellas disciplinas teóricamente fundamentadas (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2002), reconociéndolas como ejes que direccionen su quehacer docente. Tanto el profesor en formación como en ejercicio, estructurarán la enseñabilidad de la ciencia que hacen objeto de trabajo en el aula otorgándole su carácter de enseñable. En cuanto a lo pedagógico, los profesores tanto en formación como en ejercicio, han de dar cuenta de la educación, de lo educativo y de la educabilidad de las ciencias (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Torres de Gallego y Amador Rodríguez, 2004).

### Concepciones de los profesores

Otro aspecto relevante es el de la importancia que tiene aquello que los profesores ya saben o lo que han denominado los investigadores en didáctica, las concepciones de los profesores (Mellado Jiménez y González, 2000) ¿Por qué son relevantes estas concepciones?. Por un lado, los docentes expertos enseñan una versión de ciencia alejada de las formulaciones originales de quienes propusieron las teorías o modelos científicos y desde los cuales se da cuenta de aquellos fenómenos que acontecen en la naturaleza; por otro, se es del parecer de que los docentes, con trayectoria en la enseñanza de las ciencias, consideran que el conocimiento que construyeron acerca de las mismas en su formación inicial, constituye un todo acabado; en consecuencia para enseñar, sólo les sería necesario abordar el tema en el sistema aula, desde sus propias concepciones como ha solido ser su trabajo durante años, la falta de actualización posiblemente los aleje de los discursos actuales que maneja la comunidad de especialistas en didáctica de las ciencias.

Es admisible entonces la razón que aducen los investigadores en el campo de la formación

de profesores, en cuanto a que los docentes que forman a otros docentes desde la perspectiva anteriormente anotada, les resultaría difícil articular su trabajo con la investigación didáctica, circunstancia ésta, que inhibiría el abordaje de problemas de enseñanza y de aprendizaje por cuanto para ellos ya estarían resueltos o no serían problemas. Desde esta mirada, tales docentes formadores transmitirían una imagen de la enseñanza de las ciencias y de la didáctica de las mismas ajena a la problematización que hoy proponen los didactas de las ciencias.

La esterilidad de esta praxis no investigativa, ha traído como consecuencia la poca matrícula de quienes se formarán como didactas, circunstancia que se evidencia, si se mira el número de investigaciones, la participación en congresos, las publicaciones en el campo y ante todo lo exiguo de las comunidades que trabajan estas temáticas.

### Esquemas alternativos de los estudiantes

Es de tener en cuenta que quienes deciden ingresar a los programas de formación de profesores de ciencias, tienen unos conocimientos acerca de la ciencia y de su enseñanza, contruidos a lo largo de su formación escolar y de su experiencia personal, que constituyen sus esquemas alternativos (Driver, 1986).

En cuanto a la ciencia, como se dijo, estos futuros docentes han construido una versión de la misma, a partir de la visión desde la que les han enseñado sus docentes de educación básica y media en el proceso didáctico y pedagógico. Es decir, los hombres y mujeres que optan por formarse como profesores de ciencias ingresan a ese proceso con estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1994; Amador-Rodríguez, 2004), acerca de la ciencia, desde las cuales elaboran respuestas o plantean soluciones a los problemas que surgen en su entorno.

En lo relativo a la concepción de enseñanza que traen quienes deciden ser profesores de ciencias, seguramente responden al paradigma de transmisión repetición (Muñoz Albarracín,

2004); concepción ésta que ha sido criticada por los investigadores en el campo de la formación inicial y continua de profesores.

Otra versión que destacan estos investigadores es la que concibe a la enseñanza, como problema (Gil Pérez et al., 1999) y que no concuerda con el paradigma de transmisión verbal de contenidos curriculares, ya que, por el contrario, tiene como punto de partida que el enseñar no es un proceso lineal y acumulativo, que los esquemas alternativos de los estudiantes son importantes para el diseño de estrategias de enseñanza y que la ciencia no es una acumulación de verdades absolutas. Si se logra que quienes han decidido ser profesionales de la educación conciban la enseñanza como problema, y que para solucionarlo es indispensable cambiar de mirada epistemológica, se podrá llevar a cabo una educación como construcción de saberes (Gallego, 1999).

### Práctica Docente

En los programas de formación de profesores de ciencias se proponen unas prácticas docentes (Mellado Jiménez y González, 2000), con el objetivo que los profesores en formación contrasten, en espacios académicos reales, los presupuestos teóricos que han reconstruido y construido durante su formación académica, con respecto a la ciencia y su enseñanza. Esta propuesta tiene como objeto que los futuros profesores de ciencias formulen sus propias metodologías didácticas, haciendo de las teorías o modelos científicos objeto de trabajo.

Las investigaciones al respecto demuestran que los profesores en formación asumen la práctica didáctica y pedagógica como un requisito más para poder obtener su título profesional, optando por el camino fácil, asumiendo entonces su ejercicio docente, desde el paradigma de la transmisión-repetición, en el cual no se articula todo aquel conocimiento científico y didáctico que han trabajado durante su formación como profesores de ciencias. Es decir, los seminarios de didáctica y pedagogía no se ven reflejados en su práctica docente, la ciencia que enseñan es entonces absoluta y lineal, los esquemas al-

ternativos de los estudiantes no son tenidos en cuenta en el momento de formular las estrategias didácticas.

Para abordar el problema anteriormente enunciado, los especialistas han propuesto que las prácticas sean acompañadas por profesores tutores: uno de la institución donde el profesor en formación realiza su ejercicio didáctico y pedagógico, y otro de la institución universitaria a la cual el docente en formación pertenece. Estos tres docentes habrán de conformar un equipo de trabajo, en el cual se discutirán aspectos tales como la práctica docente, las metodologías didácticas y pedagógicas, la evaluación como instrumento de enseñanza y aprendizaje y las teorías o modelos científicos que se hacen objeto de trabajo en el colectivo aula. La anterior propuesta busca que el profesor en formación asuma su práctica didáctica y pedagógica de manera reflexiva, con el fin de que el proceso de enseñanza-aprendizaje se estructure como un sistema no lineal y complejo (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2003).

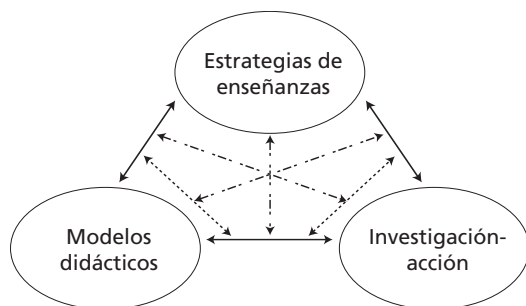
### Investigación en el sistema aula

Una de las críticas que formulan los especialistas es la carencia de articulación entre el ejercicio docente y la investigación en el aula. Se pretende que los formadores de formadores no sólo enseñen a enseñar sino que también incentiven a los futuros docentes (profesores en formación) a hacer investigación.

La nueva didáctica de las ciencias obliga a mirar el acto de enseñar desde otra perspectiva epistemológica, en este caso la constructivista. En consecuencia la enseñanza/aprendizaje no obedece a un proceso meramente lineal, sino que es preciso abordarla desde los presupuestos de la no-linealidad y de la complejidad, circunstancia que brinda el espacio propicio para proponer la relación enseñanza/aprendizaje como eminentemente problemática. Así pues, habrá lugar para formular proyectos que conjuguen la praxis didáctica y la investigación sobre la misma.

Se considera que las estrategias de enseñanza formuladas a partir de los resultados de es-

tas investigaciones generarán modelos didácticos susceptibles de ser modificados por aquellos profesores de ciencias que consideran que estas estrategias son válidas para ser llevadas al sistema aula. Lo anterior se puede resumir desde el modelo que muestra la figura 1.



*Figura 1. Relaciones entre enseñanza-aprendizaje, didáctica e investigación*

Si los formadores de formadores y los futuros docentes no articulan la investigación didáctica con su ejercicio docente, se considera que se origina una desaceleración en el desarrollo de la didáctica como disciplina, lo que conduciría al profesional de la docencia a asumir la enseñanza desde una posición de transmisión verbal de contenidos, es decir; a una simplificación de los conceptos científicos (Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001) por lo que esta práctica reposaría en una versión epistemológica empiriositivista.

Los docentes en ciencias formulan estrategias de enseñanza. Para lograr este objetivo, proponen modelos didácticos con los cuales buscan convertir en objeto de trabajo el conocimiento científico. Lo interesante de la modelación en la enseñanza de las ciencias (Mellado Jiménez, 1999; Galagovsky y Adúriz Bravo, 2001), es que el profesor le otorga al conocimiento científico el carácter de enseñable, es decir, surge lo que los especialistas denominan la enseñabilidad de las ciencias.

A este respecto los didactas concuerdan en que si el profesor no está en permanente vigilancia de su propuesta, ésta puede tomar una dirección hacia la inflexibilidad y llegar a un punto donde imponga un modelo de enseñan-

za monótono y poco eficaz en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Es preciso recordar que no todos los sistemas aula son iguales y por lo tanto no son replicables indistintamente los modelos de enseñanza; se piensa entonces, que las estrategias que funcionaron para un colectivo aula no son útiles en otro colectivo de enseñanza/aprendizaje.

Dado que no es posible la estandarización de los procesos de enseñanza, en todos y cada uno de los casos el docente debe estar atento a las variantes que surjan en el colectivo aula para, en consecuencia formular estrategias de enseñanza conducentes a los objetivos propuestos.

### Una concepción de evaluación

Se sustenta hoy que la evaluación es parte integrante del proceso de enseñanza/aprendizaje, en este contexto se acoge el carácter de regulación y autorregulación de la evaluación que formulan Jorba y Sanmartí, (1994), en la cual la regulación es asumida por el docente y la autorregulación por el estudiante.

En cuanto a la regulación, el docente formador de docentes tendrá un insumo a partir de los instrumentos que utiliza para determinar si su estrategia de enseñanza es válida o no para formar nuevos profesores en ciencias, los resultados le permitirán evaluar la eficacia o no de la propuesta, esto con el propósito de realizar las modificaciones a que haya lugar.

En lo que a la autorregulación hace referencia, los estudiantes, en este caso, los futuros profesores, darán cuenta para sí mismos de qué versión de ciencia y de didáctica están reconstruyendo y construyendo; lo anterior teniendo como punto de referencia las teorías o modelos científicos y de enseñanza que han formulado los especialistas. La admisión de esta concepción de evaluación de regulación y autorregulación, pretende que los futuros profesores en su ejercicio profesional construyan criterios de validación en cuanto a las estrategias de enseñanza que formulen, para afinar o generar nuevas estrategias didácticas. Esta versión de evaluación parte indefectiblemente de que el docente asuma la enseñanza como

un problema que afecta la interacción enseñanza/aprendizaje.

### **Enseñanza: de las ciencias y de la didáctica de las ciencias**

Aunque existe una diferenciación entre la enseñanza de las ciencias y la enseñanza de la didáctica de las ciencias por su naturaleza conceptual y metodológica, estos dos campos se hacen relevantes en la formación inicial y continua de profesores ya que se abordan durante la formación de futuros docentes, de manera análoga (Fernández, Medina y Elórtegui, 2003). Se piensa que estos dos saberes no pueden ir separados en el momento de formar un profesional de la enseñanza de las ciencias; por tal motivo se considera que los currículos formulados por los especialistas en educación en ciencias, han de plasmar en el plan de estudios los fundamentos de los anteriores saberes científicos, brindando así la posibilidad para que los futuros profesores opten por ser didactas de las ciencias; construyendo entonces una versión del ejercicio docente desde sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas en cuanto a su profesionalidad.

En el campo de la formación inicial y continua de profesores de ciencias se debe hacer la distinción entre la enseñanza de las ciencias y la enseñanza de la didáctica de las ciencias (Fernández, Medina y Elórtegui, 2003). Se entiende por enseñanza de las ciencias aquella estrategia que formula un profesor o profesores, para hacer enseñable una ciencia, bien sea química, física, biología o geología; en cuanto a la enseñanza de la didáctica de las ciencias, los profesores con trayectoria orientarán a los futuros docentes a formular estrategias de enseñanza, para ello se podrían apoyar en la construcción histórico-epistemológica de las teorías o modelos científicos, de igual forma indagarán los problemas que formulan los especialistas en cuanto al problema de la enseñanza de las ciencias, con el propósito de construir una versión de la didáctica de las ciencias.

Los resultados de investigaciones realizadas en este campo, invitan a que los profesores di-

señen modelos didácticos con el propósito de romper con el ejercicio docente tradicional en el que donde la labor del profesor no es sólo la de transmitir contenidos. Se trata de otorgarle al conocimiento científico un carácter de enseñable (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Torres de Gallego y Amador-Rodríguez, 2004), siendo así, las experiencias que se desea obtener a partir de la formulación de modelos, es la reestructuración de las estrategias didácticas, buscando que la práctica docente se convierta en investigación-acción. Lo anterior concuerda con lo planteado por el profesor Mellado Jiménez (1996), en cuanto a que debe existir coherencia entre lo declarativo y las actuaciones en el aula. Esto sólo es posible, si el profesor asume como prioridad una formación didáctica y pedagógica, acorde con las problemáticas que se derivan del proceso enseñanza/aprendizaje, e involucra los aspectos relativos al diseño y desarrollo del currículo escolar, como contenidos que direccionan su formación.

### **Currículo en ciencias de la naturaleza**

En cuanto a la formulación curricular en este campo de conocimiento, Martínez et al. (2001), proponen los siguientes aspectos como relevantes para la formulación del currículo:

- considerar el conocimiento científico como producto de la actividad humana y su contexto cultural;
- tener en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes para hacer objeto de trabajo en el aula los contenidos por enseñar;
- indagar las versiones epistemológicas relacionadas con el conocimiento científico;
- profundizar en las características de una metodología didáctica basada en la investigación;
- diseñar instrumentos de evaluación acordes con las situaciones reales que vive el estudiante y con la metodología que propone el docente para el colectivo aula.

Estos tópicos han de asumirse como proceso en el que más que abordar el currículo como algo que debe ser aprendido, se afronte co-

mo el conjunto de experiencias mediante las cuales los que participan reconstruyen y construyen sus esquemas mentales acerca de una concepción de mundo. Esta versión es construida y reconstruida a través de las propuestas didácticas y pedagógicas que el profesor, intencionadamente, lleva al aula con el objeto de aproximar al estudiante a la comprensión de que el conocimiento científico es una construcción social producto del esfuerzo colectivo de la humanidad (Driver, 1986). Sin embargo existe una brecha entre lo que se propone en el currículo y lo que el profesor realiza en el aula debido a que muchos profesores, aunque son conscientes de las metas que se formulan en los proyectos curriculares, no saben cómo llevarlas a la práctica. De lo anterior, deducen los investigadores que estos docentes, que probablemente no participaron en la formulación conceptual y metodológica del currículo, probablemente lleven a cabo el plan curricular desde unas concepciones que concuerdan con los fundamentos que sustentan los currículos en cuanto a lo epistemológico, lo didáctico y lo pedagógico.

### **La relación ciencia, tecnología, sociedad y ambiente**

Es de notar que en los últimos años han tomado relevancia las interacciones ciencia, tecnología y sociedad; al parecer habría un cuarto aspecto: la introducción del medio ambiente en estas relaciones (Gallego Badillo, 2004)

¿Tiene sentido hablar de las interacciones CTSA en la formación de profesores de ciencias de la naturaleza?. Con relación a este interrogante, es de tener en cuenta que las nuevas tendencias educativas apuntan a tomar al ser humano y su entorno como totalidad compleja y no lineal. Es así como se viene procurando la integración de las temáticas Ciencias, Sociedad, Tecnología y Ambiente en los proyectos curriculares.

Conceptual y metodológicamente la comunidad de especialistas está de acuerdo con la necesidad de un cambio en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, pero resultados de investigaciones al respecto confirman que en

la práctica el trabajo docente continúa teniendo un carácter de linealidad y de no-complejidad (Amador Rodríguez y Gallego Badillo, 2004). La invitación a la comunidad de educadores es la de asumir el trabajo docente desde esta nueva visión holística.

¿Por qué hacer cambios en la formación de profesores desde los planteamientos de las interacciones CTSA?

La naturaleza dinámica de la sociedad, el desarrollo humano, los acontecimientos ocurridos en el mundo de las ciencias y de las tecnologías, han cambiado la vida del ser humano; estos acontecimientos han obligado al hombre a reconstruir y construir versiones de mundo acordes con los cambios que se presentan. En consecuencia se piensa que la educación no puede ser ajena a estos cambios, dado que ella es la que le otorga a los hombres y mujeres los espacios para que transformen sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas, en orden a lograr una inserción exitosa en la sociedad actual.

Se piensa que los docentes, investigadores y demás participantes del proceso educativo que formulan y ejecutan los currículos para la formación de profesores, han de integrar los fundamentos conceptuales y metodológicos de las interacciones CTSA, permitiendo así que los futuros didactas de las ciencias elaboran versiones teóricamente fundamentadas de la ciencia y de su enseñanza.

La principal justificación de los cambios en la didáctica de las ciencias, es la naturaleza cambiante de las personas, de las sociedades y del planeta en general. Esto requiere nuevas construcciones e interpretaciones de mundo que sean punto de partida para los futuros profesores soportándolas desde los presupuestos de las interacciones CTSA.

¿En qué radican las debilidades y fortalezas más relevantes que se presentan en los estudios de las interacciones CTSA para la formación de profesores de ciencias?.

Con respecto a las relaciones entre ciencia, tecnología sociedad y ambiente, se presenta una debilidad en las actitudes del profesorado de ciencias, debida a la deficiente formación al momento de abordar el tema en el sistema aula. Se piensa que la toma de conciencia sobre

esta debilidad, ha de motivar el cambio de pensamiento y de actuación en su praxis profesional. (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003).

Aducen los investigadores que no es sencillo identificar las concepciones de los estudiantes y la de los profesores en cuanto a las interacciones CTSA, dado que no existe suficiente consenso al respecto, ni un cuerpo de conocimiento establecido y universal, que permita decidir inequívocamente sobre un tema concreto. Hay acuerdos limitados en cuanto a algunos tópicos, conjeturas razonables sobre otros; cada profesor y estudiante decide sobre la relevancia de esas relaciones. Esta actitud trasluce la creencia de un marco conceptual y metodológico que permite asumir estas relaciones no desde el sentido común, sino desde una estructuración conceptual y metodológica que posibilita apreciarlas en su justo valor.

Es de resaltar el creciente grado de importancia que se le ha otorgado en las investigaciones relacionadas con CTSA en la enseñanza de las ciencias. Un ejemplo de esto, son los trabajos publicados sobre la temática en la Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias del 2002, entre otras, impulsados por experiencias en el aula donde se corrobora desinterés y actitudes poco positivas de los estudiantes hacia el estudio de las ciencias, indicando una descontextualización en el aprendizaje entre la ciencia, la tecnología, la vida real y las problemáticas sociales.

El desinterés, la actitud refractaria de los estudiantes por el estudio de la ciencia y su relación con la tecnología, la sociedad y el ambiente, podría obedecer según Solbes y Vilchez (1995), a que los materiales de apoyo didáctico elaborados por los profesores tales como textos guías, videos, al evidenciar dicha descontextualización, no posibiliten la construcción de actitudes positivas hacia estos saberes.

Se hace necesario, entonces, que los profesores reconstruyan y construyan sus concepciones teniendo en cuenta las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. De esta forma, estarían en capacidad de diseñar una enseñanza que tenga presente tales relaciones de manera contextualizada útil y atra-

yente para el estudiante, obrando entonces como motivadora de intereses positivos hacia las ciencias.

### **Implicaciones didácticas**

Con base en referencias tomadas de revistas especializadas se han presentado las razones por las cuales el campo de investigación sobre la formación inicial y continua de profesores de ciencias se ha constituido en una problemática de investigación que ha puesto de manifiesto la necesidad de un cambio curricular, sobre todo, dadas las necesidades últimamente introducidas en torno a las aproximaciones epistemológicas del pensamiento y la actividad científica, que cuestionan la versión de ciencia que habitualmente se ha socializado entre los estudiantes.

Los especialistas en esta disciplina concuerdan en que la didáctica de las ciencias se constituye a partir de la formulación y construcción interdisciplinar de saberes que se encuentran en permanente cambio y crisis (Quintanilla, 2003). Siendo así, la Tabla 1 propone una reflexión que sustenta que el campo de la formación inicial y continua de profesores de ciencias, aporta a la constitución de la didáctica como disciplina conceptual y metodológicamente desde el constructivismo como versión epistemológica.

Desde el empiropositivismo se considera que la didáctica de las ciencias es una técnica, que sólo es vista como la parte instrumental de la pedagogía. La enseñanza se asume desde el paradigma de transmisión-repetición en el cual los profesores no hacen del conocimiento científico un objeto de trabajo en el sistema aula. La concepción de didáctica desde esta versión epistemológica es la de hacer buen uso de los libros de texto, en los cuales se presenta una idea que no siempre se acerca a la construcción de la ciencia y constituyen el apoyo didáctico del profesor para enseñar. En cuanto a las estrategias de enseñanza, éstas no se consideran como problema, dado que sólo hay una forma de enseñar y estas prácticas tradicionales no dan lugar a ninguna problemática para el profesor.



Tabla 1: Formación Inicial y Continua de Profesores de Ciencias

Aspectos del campo \ Versiones Epistemológicas	Empiropositivismo	Constructivismo
<b>Esquemas alternativos de los futuros profesores de ciencias</b>	El conocimiento de los estudiantes acerca de las ciencias no es importante.	Son parte de las estrategias didácticas, con la intención de hacer del conocimiento científico y didáctico objeto de trabajo en el sistema aula
<b>Concepciones de los profesores formadores</b>	Son verdades absolutas.	Son un punto de partida para determinar qué ciencia enseñar.
<b>Seminarios de Didáctica y Pedagogía</b>	La experiencia suministra la habilidad para enseñar.	Se imbrican en los espacios académicos disciplinares.
<b>Evaluación</b>	Medición que permite la promoción o no del alumno.	Es parte integrante y permanente del proceso de enseñanza/aprendizaje.
<b>Plan de estudios</b>	Formulación de espacios académicos.	Articula la historia, la epistemología, la didáctica y la pedagogía con la ciencia que se enseña.
<b>Práctica docente</b>	Transmisión verbal de contenidos.	Integración grupal y discusión comunitaria de los objetos de estudios.
<b>Historia y filosofía de las ciencias</b>	Historiografía lineal. Pensamiento acumulativo.	Dan cuenta de la construcción de las teorías o modelos científicos de las ciencias.

Otra versión, la constructivista, permite argumentar, sin duda, que la didáctica de las ciencias es hoy una disciplina teóricamente fundamentada. Además de las reflexiones consignadas en el cuadro referido, los autores acuden también a los resultados obtenidos en investigaciones anteriores del grupo de investigación Representaciones y Conceptos Científicos de la Universidad Pedagógica Nacional Bogotá-Colombia (Grupo IREC). Se considera que la enseñanza es un acción que inquieta a quien enseña. Desde este presupuesto cambia

la concepción de didáctica, pues preocuparse por la estrategia metodológica para hacer del conocimiento científico objeto de trabajo demanda un esfuerzo por parte del docente, quien ha de considerar que la enseñanza no tiene una única forma de llevarse a la praxis. Desde aquí, se piensa que ya se presentan aportes a la constitución de la didáctica de las ciencias.

Investigaciones realizadas por el Grupo IREC muestran que la formación inicial de profesores de ciencias presenta distorsiones en

cuanto a las concepciones epistemológicas, didácticas y pedagógicas. Durante 2002 y 2003 se realizó una investigación para determinar las concepciones epistemológicas, didácticas y pedagógicas que direccionan la formación inicial de profesores de ciencias de la naturaleza en instituciones que forman docentes en ciencias en Colombia.

En concreto, se demuestra que en la formación inicial de profesores de química de dos universidades de Bogotá, Colombia (Amador Rodríguez, 2003), la concepción epistemológica en estos dos programas se acerca a una versión constructivista moderada; lo interesante de esta caracterización es que los documentos de los programas que se estudiaron no afirman tal versión. En cuanto a lo didáctico, los resultados indican que aún se considera la didáctica como la parte instrumental de la pedagogía y respecto a esta concepción, los programas coinciden en que el objeto de estudio de la pedagogía es la educación, sin hacer ninguna distinción en cuanto a educar en “la educación de” y “la educabilidad de las ciencias” (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1999).

Una investigación de carácter más amplio y en la misma dirección (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego y Amador Rodríguez, 2004), coincide con los resultados arrojados por la investigación anteriormente mencionada, por cuanto considera que los fundamentos conceptuales y metodológicos de los programas de formación inicial de profesores de ciencias presentan una dicotomía en cuanto a sus concepciones epistemológicas, didácticas y pedagógicas.

Por otra parte, vale resaltar que quienes formulan los programas de formación de profesores de ciencias, poseen una versión distinta de los especialistas e investigadores en esta disciplina en cuanto a la didáctica de las ciencias, ya que estos profesores consideran que la disciplina fundante en la formación de formadores en ciencias sería la pedagogía. En cuanto al diseño del plan de estudios de los programas analizados, se encontró, al menos en el análisis documental, que el marco conceptual

no está imbricado con el metodológico, es decir, la formulación de los espacios académicos no concuerda con el marco conceptual de partida; esto llevaría a pensar que la formación de profesores en esos programas no cuenta con una dirección definida.

De igual forma, se estableció que los seminarios didácticos y pedagógicos que se formulan en los planes de estudios, no se relacionan con los espacios académicos de las disciplinas que aparecen en el programa para la formación de profesores. Lo anterior sugiere que quienes diseñaron los planes de estudio, no consideran importante la relación entre espacios académicos disciplinares y espacios académicos didácticos y pedagógicos. Esta circunstancia evidencia, una vez más, la dicotomía existente entre la enseñanza disciplinar propiamente dicha y el saber didáctico en la formación inicial de profesores de ciencias.

Los resultados de las investigaciones muestran que los profesores de ciencias enseñan desde unos cuerpos de conocimientos, valores y creencias organizados en teorías o modelos explícitos o implícitos que se concretan en unas estrategias didácticas y/o unos métodos de actuación (Camargo y Nardi, 2004), poniendo de manifiesto que los profesores poseen concepciones no sólo acerca de la ciencia, sino también acerca de su enseñanza y aprendizaje. En consecuencia, se parte de la convicción de que los estudiantes que inician su proceso de formación como docentes llegan con unas concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas, fruto de su proceso educativo, que se pretenden transformar a lo largo de su formación académica como futuros profesores de ciencias con la intención de conseguir una aproximación al discurso de las comunidades científicas.

En cuanto a las prácticas didácticas y pedagógicas que realizan los futuros docentes de ciencias, se ha dicho que presentan problemas (Mellado Jiménez, 1999) puesto que los profesores en formación no le otorgan suficiente importancia. Para abordar tal situación, se propone el modelo que se muestra en la figura 2:

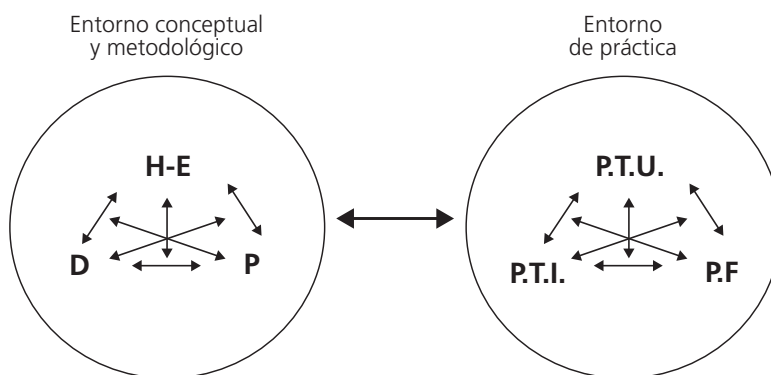


Figura 2. Modelo de práctica pedagógica

En el contexto internacional se considera que las prácticas docentes se deben realizar cuando el profesor en formación haya cursado el 70% de las asignaturas que están estipuladas en el plan de estudios. Esto parte de la seguridad de que el estudiante ya posee un dominio de la ciencia y de su enseñanza. La pregunta que surge es: ¿qué versión de ciencia, de didáctica y de pedagogía han reconstruido y construido los profesores en formación?

Se piensa que los equipos de práctica didáctica y pedagógica constituyen grupos de trabajo que estén conformados por profesores titulares de la universidad (P.T.U.) a la cual pertenecen los profesores en formación; profesores titulares de la institución (P.T.I.) donde los futuros docentes realicen su práctica, y por estudiantes del programa de formación inicial de profesores de ciencias de la naturaleza (P.F.).

Este grupo de trabajo diseñará y ejecutará metodologías didácticas, con el objeto de hacer del sistema aula un espacio de investigación en el cual se aborden los modelos científicos. Se considera que las orientaciones que realicen los profesores P.T.U. y P.T.I. al profesor en formación P.F. se hacen desde unos presupuestos histórico-epistemológicos (H-E), didácticos (D) y pedagógicos (P) y que desde los mismos, el grupo de trabajo realizará los ajustes pertinentes a las estrategias didácticas que previamente diseñaron.

Se intenta con este modelo, que los equipos de trabajo concreten una versión epistemológica, didáctica y pedagógica de su trabajo docente, con el fin de precisar la estrategia con la cual se abordará la enseñanza del objeto de

trabajo, en el aula. Es el parecer de los autores, que la versión epistemológica que ha de orientar la práctica docente es la deductivista-constructivista dado que el conocimiento es una elaboración comunitaria. En cuanto a la didáctica, se afirma que ya es una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada y que la pedagogía de las ciencias aborda tres campos, uno el de la “educación en”, lo “educativo de” y la “educabilidad de las ciencias”.

### Unas reflexiones finales

Este documento sustenta la idea que la formación de profesores constituye un campo de investigación de la didáctica de las ciencias en cuanto debe involucrar campos como: Esquemas alternativos de los futuros profesores de ciencias; Concepciones de los profesores; Evaluación; Historia y filosofía de las ciencias; las Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente; el Currículo en ciencias; la Relación enseñanza/aprendizaje, entre otros, por cuanto éstos hoy se abordan como particularidades no articuladas en la formación de profesores. El trabajar interdisciplinariamente estos campos ha de permitir la formación docente en ciencias de la naturaleza desde los presupuestos conceptuales y metodológicos que hoy sustentan los grupos de investigación en didáctica. Esta reflexión ha de conducir a un necesario replanteamiento de los principios y prácticas que vienen orientando la formación de profesores tanto a nivel nacional como internacional.

## Referencias

- Acevedo, Vázquez y Manassero (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), en <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Amador Rodríguez, R. Y. (2003). *Estudio de Dos Programas de Formación Inicial de Profesores de Química*. Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Amador Rodríguez, R. Y. y Gallego Badillo, R. (2004). Estudio inicial de dos programas de para la formación de licenciados en química. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 16, pp.64-83.
- Amador Rodríguez, R. Y. (2004). Cambio Conceptual, Metodológico, Actitudinal y Axiológico. *Enfoques Pedagógicos y Didácticas Contemporáneas*. Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani, pp.215-227.
- Bachelard, G. (1982). *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI: México.
- Camargo, S. y Nardi, R. (2004). Práctica de ensino de física: marcas de referenciais teóricos no discurso de licenciados. *Revista de enseñanza de la Física*, 17(1), pp.23-42.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*, 4(1), pp.3-15.
- Fernández, J. ; Medina, M. y Elórtegui, N. (2003). Enseñar a profesores de secundaria con situaciones problemáticas. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(3), en <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Galagovky, L. y Adúriz Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*, 19(2), pp.231-242.
- Gallego Badillo, R. (1993). *Discurso sobre el constructivismo*. Santa Fé de Bogotá: Rojas Eberhardt Editores.
- Gallego Badillo, R. (1999). *Competencias cognoscitivas. Una aproximación epistemológica, pedagógica y didáctica*. Bogotá: Cooperativa editorial Magisterio.
- Gallego Badillo, R. (2004). Un concepto de modelo para la didáctica de las ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(3), en <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda. R. (1994). *Representaciones y conceptos científicos: Un programa de investigación*. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química. Colombia.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda. R. (1999). Aprendibilidad-Enseñabilidad y Educabilidad de las ciencias experimentales. *Revista Educación y Pedagogía Universidad de Antioquia*, 25, pp.89-117.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda. R. (2002). Proyecto: *Los programas de formación inicial de licenciatura en ciencias experimentales: los acreditados por el C.N.A. V convocatoria proyectos de investigación en educación y pedagogía*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda. R. (2003). *El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas*. Universidad Pedagógica nacional. Bogotá. Reimpresión.
- Gallego Badillo, R.; Pérez Miranda, R.; Torres de Gallego, L. N. y Amador Rodríguez, R. Y. (2004). *La formación inicial de profesores de ciencias en Colombia contrastación de los fundamentos*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Gallego Badillo, R.; Pérez Miranda, R.; Uribe M.; Cuellar Fernández, L. y Amador Rodríguez, R. Y. (2004). El Concepto de Valencia: Su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Educaça & Ciencia. Brasil*, 10, (3), pp.571-583, en <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/vol10num3.htm>
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp.69-77.
- Gil Pérez, D.; Carrasosa Alís, J. y Martínez Terradez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía Universidad de Antioquia*, 25, pp.15-65.
- Jorba J. y Sanmarti. N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Ministerio de Educación y Cultura: Barcelona.
- Martínez, M.; Martín Del Pozo, R.; Rodrigo, V.; Varela, N.; Fernández, M. y Guerrero, A. (2001). “¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria?”. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1) pp.67-87.
- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial, de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), pp.398-402.

- Mellado Jiménez, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de ciencias experimentales. *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Universidad Coruña, pp.45-76.
- Mellado Jiménez, V. y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Muñoz Albarracín, L. M. (2004). *La formación inicial de profesores de química y una experiencia didáctica innovadora*. Tesis de maestría. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Oliva, J. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3 (3), en <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Tecnos: Madrid.
- Quintanilla M. (2003). Algunas reflexiones en torno a la didáctica de las ciencias experimentales y la formación inicial y continua. Conferencia. Encuentro nacional de enseñanza/aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Fundación Universitaria de la Paz.
- Solbes, J. y Vilchez, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS. *Alambique*, 3, pp.30-38.