

Finalidades de la formación inicial de profesores de química

Carlos Javier Mosquera Suárez*
Álvaro García Martínez*

Resumen

Este artículo procura contribuir al debate que desde la Didáctica de las Ciencias viene haciéndose a la problemática asociada con la Formación Inicial de Profesores de Ciencias y que por su importancia, ha permitido la consolidación de una línea de investigación en esta dirección. En particular, se intenta mostrar, a partir de la consideración del saber didáctico como el saber profesional del profesor de ciencias, cuáles han de ser las finalidades y posibles orientaciones de un currículo para la formación inicial de profesores de química.

Palabras Clave

Didáctica de las Ciencias, formación de profesores, saber didáctico, finalidades del currículo.

Introducción

El desarrollo de la Didáctica de las Ciencias como cuerpo teórico ha venido consolidándose vertiginosamente a lo largo de las últimas dos décadas. Uno de los indicadores más relevantes que sirven de soporte para justificar esta afirmación, es el fortalecimiento y consolidación de líneas de investigación didáctica entre las que destaca la de la Formación de los Profesores de Ciencias (Gil et. al, 1999).

Los resultados de las investigaciones acerca del aprendizaje de las ciencias en los estudiantes, ha permitido dirigir la mirada hacia los procesos de formación de profesores. Los primeros resultados han podido mostrar que llevar a la práctica auténticos cambios conceptuales en los estudiantes, requiere como

(*) Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital. Bogotá, Colombia.

factor prioritario, entre otros, un trabajo de aula orientado por un profesorado que a su vez, se ha comprometido en el desarrollo de metodologías coherentes con un saber didáctico deseable. Como afirma Furió (1994), es indispensable rechazar una visión ecléctica y atórica de la formación del profesorado de las ciencias admitiendo por el contrario el carácter sistémico y paradigmático que ella tiene, tanto para cuestionar los modelos tradicionales de formación como para abordar nuevos paradigmas

En Colombia, recientemente el Ministerio de Educación Nacional ha reglamentado que las Facultades de Educación o facultades formadoras de profesores, garanticen procesos y condiciones curriculares de calidad y para ello ha establecido un conjunto de principios y requisitos de lo que allí se ha denominado Acreditación Previa (Ministerio de Educación Nacional, 1998). Teniendo en cuenta este requerimiento, la carrera de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital ha considerado que replantear el currículo de formación de profesores de química, va mucho más allá que el simple cumplimiento de un listado de normas. Por ello, y teniendo en cuenta los aportes de la investigación y la innovación en didáctica de las ciencias y, en particular, los avances logrados en torno a la formación de los profesores de ciencias, se ha presentado una propuesta en esa dirección. En este artículo se hacen algunas reflexiones como producto de dicha propuesta en la pers-

pectiva de abordar las finalidades de la formación de profesores de Química desde una orientación constructivista.

1. El saber didáctico del profesor de química

Todo contexto cultural establece principios educativos fundamentales que definen un sistema valorativo de condiciones, derechos y deberes que garantizan a los ciudadanos y ciudadanas su inserción y permanencia en dicho sistema. Es a través de la educación como los individuos nos hacemos ciudadanos. En Colombia, se considera la educación como hecho social (Ley 115 de 1994 o Ley General de Educación) y es un servicio público cuya responsabilidad recae en la sociedad, en el estado y en la familia.

Como seres sociales, todos somos educadores potenciales, es decir, por oficio natural. Sin embargo, gracias a los avances que recientemente se han venido consolidando al interior de las comunidades académicas de profesores, empiezan a sistematizarse paradigmas que proponen modelos teóricos y prácticos propios de los “saberes profesionales de los profesores” o saberes didácticos. El saber didáctico específicamente relacionado con la investigación y la innovación en la enseñanza de las ciencias es la Didáctica de las Ciencias y debido a su desarrollo como una disciplina con estatus teórico propio, se la considera como una ciencia

que trata con problemas de la enseñanza de las ciencias (Furió, 1994), en la cual contextualizamos nuestra práctica docente cotidiana.

La consolidación de la didáctica como cuerpo teórico permite suponer que esta disciplina tiende (y como de hecho se aprecia que lo hace) lazos de aproximación conceptual con otras disciplinas como son las ciencias experimentales y sociales, la historia y la filosofía de las ciencias y las denominadas ciencias de la educación tales como la psicología, la sociología, la comunicación y la antropología. Sin embargo, alcanzar el nivel de tratamientos de frontera con otras disciplinas no significa que la Didáctica de las Ciencias subyace a ellas, es decir, no resulta ser una aplicación concreta de las mismas, cosa que no ha sido fácil de superar, pues hasta no hace mucho tiempo se la seguía considerando como una aplicación de los conocimientos teóricos de las ciencias de la educación (Gil et al, 1999).

En la literatura especializada es ya abundante la producción académica que muestra la emergencia de un saber didáctico de las disciplinas entendido como un saber teórico con estatuto propio en pleno desarrollo; han surgido modelos teóricos con conceptos muy particulares, ya hay consolidación de comunidades académicas especializadas que se reúnen periódicamente y que publican y sistematizan en medios reconocidos internacionalmente los resultados de la investigación. Así

pues, la didáctica de las ciencias ha dejado de entenderse como técnica instrumental y operativa útil en el aula de clase, para pasar a concebirse como el resultado de un conjunto de hipótesis y de entramados teóricos y metodológicos con identidad epistémica propia que permiten elaborar nociones alternativas de realidad en el ámbito de la enseñanza de las ciencias.

La formación inicial y permanente de los profesores de ciencias, debería fortalecer en consecuencia la apropiación del saber didáctico del profesor de ciencias, el cual, ha de ser el saber deseable hacia el cual se dirijan los esfuerzos por transformar el pensamiento y las acciones espontáneas y cotidianas de los profesores de ciencias. En consecuencia, como profesionales del ámbito de la Educación Científica, corresponde a los profesores de ciencias involucrarse en la investigación y en la innovación relativa a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Ello es hoy en día una necesidad sentida pues se ha cuestionado el éxito de los programas de formación continuada de los profesores de ciencias ya que parecería que si bien se entiende la importancia de las nuevas propuestas, basta con regresar al trabajo cotidiano para advertir fácilmente que se sigue haciendo lo mismo. La investigación sobre esta problemática, pone especial énfasis entre las diferencias que se encuentran entre los objetivos que diseñan los planificadores de los currículos y los que los profesores realizan efecti-

vamente en la práctica (Cronin – Jones, 1991).

Como mencionan Furió et al (1991) “reiteramos la necesidad de que las didácticas específicas se configuren como cuerpo teórico, capaz de integrar coherentemente los resultados de las investigaciones en torno a los problemas concretos que se plantean al enseñar una disciplina”. Sin embargo, es importante no desligar de la didáctica específica los aportes de otros campos del conocimiento, ya que éstos dan sentido al contexto general de los problemas relativos a la enseñanza y aprenderes de saberes (Mauri et al, 1991).

Al reconocer la sociedad y en particular el profesorado que su práctica está contextualizada en un saber profesional, el trabajo docente cotidiano deja de ser una actividad rutinaria. El trabajo del profesor de ciencias es el resultado de actividades previamente preparadas y fundamentadas en los principios teóricos de la Didáctica de las Ciencias. La investigación didáctica, es un modo de investigación formativa y de sentido estricto (Ministerio de Educación Nacional, 1998), que orienta el ejercicio profesional del docente y habrá de apoyarse en los aportes de la comunidad académica especializada. Pero para que efectivamente pueda lograrse un cambio didáctico, es decir, un cambio conceptual, metodológico y actitudinal pero aplicado a la enseñanza (Furió, 1994), el profesor de ciencias habrá de involucrarse efectivamente en colectivos de investigación e innova-

ción sobre enseñanza de las ciencias, dejando entonces de ser un consumidor de currículo para constituirse en un productor de investigaciones en el ámbito de la Educación Científica en la Escuela.

El objeto de estudio de la Didáctica de las ciencias, vale decir, la Enseñanza de las Ciencias, deja entrever que como cualquier otra disciplina del conocimiento, no opera aislada sino que por el contrario, tiene en cuenta aportes de otros campos del saber. Con el propósito de considerar algunos saberes fundamentales que confluyen en la enseñanza de las ciencias en la escuela, y que por tanto, deben considerarse explícitamente por parte del profesor de ciencias, son además de los saberes (y saber hacer) propios de la Didáctica de las Ciencias, los conocimientos disciplinares (relativos a la materia a enseñar), los escolares (relativos a aspectos generales de la Cultura, la Educación Científica y la escuela) y los cotidianos o espontáneos (resultado de una de las líneas de investigación con la que quizás se inició la consolidación de la Didáctica de las Ciencias como disciplina teórica)

Los saberes disciplinares constituyen los diversos campos de conocimientos fundamentales y básicos desde los cuales un profesor referencia su objeto profesional de trabajo. Sin ellos, sería imposible abordar el carácter teórico de la didáctica de los saberes. Como lo muestran Tobin y Espinet (1989), una falta de conocimientos científicos cons-

tituye la principal dificultad para que los profesores afectados se impliquen en actividades innovadoras. Estos saberes sin embargo no pueden quedarse sólo en el plano del conocimiento descriptivo de teorías, leyes y conceptos, pues enfatizar la idea de los conocimientos acerca de la materia a enseñar (Gil, 1991), comprende que el profesorado tenga en cuenta perspectivas históricas y epistemológicas que permitan dilucidar los obstáculos que se han presentado al interior de la disciplina (y la manera como se han resuelto), a fin que conozcan con criterio la manera como ésta se ha desarrollado y sea consciente de su carácter dinámico y social. Por otra parte, estas perspectivas constituyen un factor esencial que ayudan a entender mejor la génesis y las características de las ideas espontáneas de los estudiantes.

El saber escolar (Porlán, 1987; Porlán y Toscano, 1994; Porlán et al, 1996), constituye otro ámbito de referencia disciplinar para el profesor, producto de la reflexión argumentada sobre la cotidianidad y la acción educativa de las ciencias en la escuela y en el aula de clase. El saber escolar permite contextualizar en la escuela la educación científica y la cultura científica y por tanto, establece orientaciones para responder a preguntas tales como para qué la enseñanza de las ciencias o cómo relacionar (y al mismo tiempo diferenciar), el trabajo de los científicos y el trabajo de los estudiantes de ciencias.

Los saberes cotidianos de los alumnos (Gil, 1991), brindan información sobre lo que saben los alumnos, lo cual constituye un punto de partida básico para delimitar actividades de enseñanza; conforman lo que en la literatura especializada corresponde a las investigaciones sobre concepciones previas o preconcepciones de los alumnos (Posner et al, 1988; Novak, 1988; Driver, 1986; Driver et al, 1992; Pozo et al 1991; Pope y Gilbert, 1988; Furió y Gil, 1989; Porlan, 1988). El saber cotidiano (Bachelard, 1978) es fundamental para caracterizar y reflexionar argumentadamente sobre el saber espontáneo de los alumnos y de los profesores. Podemos caracterizar también aquí los saberes espontáneos sociales (Gil, 1991; García, 1988, Wartofsky, 1988), los cuales dan cuenta de los conocimientos y concepciones propias de patrones culturales que corresponden a preconcepciones elaboradas por el entramado social. El estudio de las características y la evolución de los saberes de los alumnos y de los saberes sociales son una fuente inagotable de actividades de investigación en el profesorado (Pozo et al, 1991).

Los conocimientos teóricos y prácticos en Didáctica de las Ciencias por parte del profesorado, están conformados por el resultado de la investigación y la innovación relacionada con la problemática de la Educación Científica y de los problemas asociados con su desarrollo. Estos resultados por su parte han permitido la emergencia de líneas

de investigación relacionadas con el saber y el saber hacer de los profesores de ciencias (Gil, 1983; Gil, 1991). En particular, ha favorecido el fortalecimiento de una investigación específicamente centrada en los problemas relativos a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, no basta con suponer que el conocimiento de los resultados de la investigación didáctica sea suficiente para que los futuros profesores y profesoras acepten desarrollar su trabajo diario de aula de clase desde esta “perspectiva novedosa”. Es importante reiterar que esta formación no será realmente eficaz si no se supera la simple transmisión de las nuevas ideas a los profesores y no se aborda su formación sobre la premisa de buscar un cuerpo teórico de conocimientos sistémicos y paradigmáticos que orienten la práctica docente en correspondencia con la Didáctica de las Ciencias (Furió, 1994).

Las líneas de investigación en Didáctica de las Ciencias que han emergido a lo largo de los últimos veinte años (Gil et al, 1999) y en las cuales los profesores y las profesoras en formación habrán de involucrarse si se espera que su formación se aproxime a una actividad de investigación didáctica son concepciones alternativas, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, diseño curricular, relaciones C/T/S y el papel del medio, evaluación, formación del Profesorado y cuestiones axiológicas. De hecho, los contenidos a trabajar en los cursos de

Didáctica de las Ciencias en la formación inicial de profesores de Química, comprenden el tratamiento de estos ámbitos de la investigación didáctica.

2. Finalidades del currículo para la formación inicial de profesores de química

Concebir la formación de los profesores de ciencias como un problema teórico y práctico desde la didáctica de las ciencias, nos hace posible considerar este proceso como una auténtica actividad de investigación didáctica y en consecuencia al currículo de formación de profesores de química como una hipótesis de trabajo relacionada con la enseñanza de las ciencias. Las finalidades del currículo para la formación inicial del profesorado de ciencias se ilustran en la figura 1.

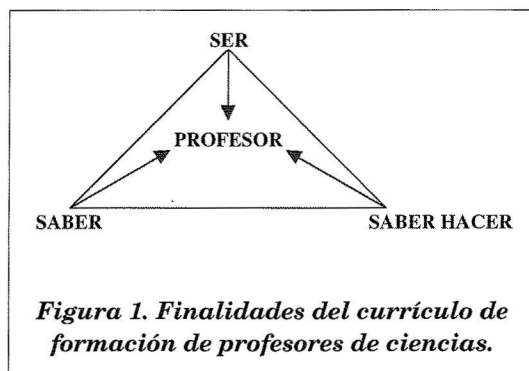


Figura 1. Finalidades del currículo de formación de profesores de ciencias.

Es imprescindible referirnos a la imagen del profesor como ser social, requisito *sine qua non* de un formador. Cabe entonces reflexionar acerca de las características del ser, del saber y

del saber hacer del profesor (currículo declarativo) para postular, cómo se podría a través de un currículo en la práctica, evidenciar el modelo de formación de docentes fundado en la investigación e innovación en didáctica de las ciencias.

Queremos enfatizar que como alternativa para superar la posible desarticulación entre el saber de la didáctica de las ciencias y los otros saberes, la formación de profesores se interpreta como un problema de investigación didáctica (Furió y Gil, 1989) desde la cual pueden plasmarse varias hipótesis de trabajo que habrán de analizarse desde concepciones curriculares específicas, materializadas en planes de estudio en cuyos resultados, puedan obtenerse avances significativos acerca de estos interrogantes.

En las últimas dos décadas, se ha elaborado una importante revisión teórica alrededor del paradigma de la enseñanza de las ciencias. En este ámbito fundamentalmente se han caracterizado los modelos de enseñanza - aprendizaje por descubrimiento inductivo y autónomo, de enseñanza - aprendizaje por transmisión - asimilación de conceptos y el de enseñanza - aprendizaje por investigación (Gil, 1983).

De cada uno de estos modelos, se han caracterizado ampliamente sus principios y posibilidades didácticas, pero interesa aquí precisar que consideramos el modelo de enseñanza - aprendizaje por investigación dirigida como el

más coherente con las necesidades planteadas para la formación inicial de Profesores de Química, dado su nivel de coherencia interna y su capacidad para solucionar problemas asociados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y que otros modelos no han podido resolver. En consecuencia con las orientaciones constructivistas del modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación dirigida, las finalidades en la formación inicial de Profesores de Química son:

a. Desarrollar la Didáctica de la Química, entendida como paradigma teórico que explica y trata la forma como se puede enseñar la ciencia química. Los futuros profesores y profesoras de química tendrán la oportunidad de conocer crítica y conscientemente diversos modelos de enseñanza - aprendizaje de las ciencias, propios de este paradigma, para que desde su perspectiva aprovechen al máximo el potencial formativo que coadyuva al desarrollo de una investigación en educación científica de calidad. Para ello han de tenerse en cuenta en los cursos destinados para tal efecto, los modelos de enseñanza - aprendizaje tradicionalmente más empleados (descubrimiento inductivo y autónomo y transmisión - asimilación), así como modelos alternativos entre los que destacan los de cambio conceptual (Posner et al, 1988), constructivismo humano (Novak, 1988), alostérico (Giordan, 1982), generati-

vo (Osborne et al, 1991), pensamiento causal (Pozo, 1987), aprendizaje por investigación dirigida (Gil, 1986; Gil et al, 1991; Gil, 1991; Gil, 1993; Gil, 1997; Furió, 1994), sistémico y de investigación en la escuela (Porlán et al, 1988) y el de actividades totales abiertas (Segura et al, 1995). Por otra parte esta finalidad de formación se favorece al abordarse teorías sobre el currículo, la evaluación y el uso de medios interactivos, a través de seminarios de currículo, evaluación y enseñanza de las ciencias y de metodología de investigación en didáctica de la Química. Así mismo, a través de cursos de contexto, los futuros profesores de Química deberán demostrar habilidades en el manejo de sistemas informáticos y en su aplicabilidad en software educativo.

- b. Abordar posturas epistemológicas que consideran que los seres humanos construimos conocimientos los cuales se contrastan y evolucionan en forma continua y desde los cuales elaboramos teorías que nos permiten a través de “anteojos conceptuales” (Kuhn, 1975), hacer interpretaciones específicas de la realidad. Estas teorías o paradigmas según Kuhn, también pueden interpretarse como auténticos programas de investigación (Lakatos, 1978). El pensamiento científico es una profundización, a veces dramática del pensamiento común y un modelo didáctico es un mediador entre ambos con el fin de

aproximar al estudiante al aprendizaje de una disciplina. Sin embargo, hacemos énfasis en que entendemos la aproximación al conocimiento científico desde la perspectiva del cambio conceptual, no como evolución del pensamiento cotidiano, ni como ruptura, sino como la construcción de un contexto diferente y que gracias a su coherencia interna y mayores posibilidades para explicar situaciones problemáticas de interés, resulta tener un poder heurístico más amplio y consistente respecto al que ofrece el pensamiento cotidiano. Esta postura epistemológica contemporánea, explícitamente procura superar las posiciones positivistas y empiristas del conocimiento, desde las cuales se supone que los seres humanos elaboramos ideas producto de la observación del mundo y que las teorías son el resultado de la práctica sistemática.

Para lograr esta finalidad, es necesario que el futuro profesor de Química reconozca posturas epistemológicas diferentes para interpretar, desde la construcción del conocimiento científico, la manera como los estudiantes podrían aprender la química. Así los cursos dedicados al estudio crítico de las corrientes epistemológicas de la Química versarán sobre reflexiones filosóficas de la ciencia desde lo social (Kuhn, 1975; Elkana, 1988; Richards, 1987, Lakatos, 1978), desde lo evolutivo (Toulmin, 1977; Holton, 1983), desde lo complejo (Morín, 1988;

Wagensberg,1989) y desde lo relativo (Newton – Smith, 1981; Bachelard, 1978; Chalmers, 1994).

- c. Conocer posturas teóricas de la psicología cognitiva (Piaget (1969; Ausubel 1968,1978; Kelly 1955) las cuales han sido investigadas en la Didáctica de las Ciencias desde un punto de vista crítico. Con ello se intenta superar la sicología asociacionista que considera el aprendizaje como condicionamiento (Skinner, 1938) el cual conduce a estrategias de memorización y repetición y por el contrario, promover en los futuros profesores y profesoras su aproximación a un modelo de aprendizaje por investigación que supone al estudiante como sujeto en actitud cognoscente, apoyado por la familiarización con la metodología científica y por actitudes positivas hacia el conocimiento científico y hacia el aprendizaje de las ciencias.

Esto favorece que el profesor se desempeñe como director de grupos de investigación (Gil, 1993), donde los problemas de interés y las concepciones previas de los estudiantes entendidas como hipótesis de trabajo, se abordan en pequeños trabajos de investigación escolar que buscan elaborar explicaciones con mayor poder heurístico y que serán contrastadas con los resultados obtenidos por las comunidades científicas especializadas. Aprender Química no es entonces repetir teorías y experiencias de manera memorística

sino construir y contrastar teorías que sean potencialmente más significativas para el estudiante, esto es, que las ideas puedan ser relacionadas sustantivamente, que puedan servir para explicar eventos cotidianos y que generen nuevos interrogantes.

3. Finalidades específicas de la didáctica de las ciencias en la formación inicial de los profesores de química

Teniendo en cuenta la concepción presentada, se considera la didáctica de las ciencias como una disciplina cuyo cuerpo teórico aborda la problemática relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Gil et al, 1999) involucrándose con las perspectivas de los saberes científicos, escolares y cotidianos. Desde la didáctica de las ciencias se responde a las preguntas sobre lo que debe saber y saber hacer un profesor de ciencias y se superan las visiones simplistas de la formación de profesores que suponen que estos saberes están desarticulados y que tan solo se yuxtaponen en el currículo.

Como se ha indicado anteriormente, la enseñanza de la Química implica que el profesorado se apropie de un conocimiento disciplinar profundo para lo cual no basta con conocer las teorías vigentes; es necesario abordar la disciplina a enseñar desde una perspectiva

histórica y epistemológica, con el fin que el futuro profesor se aproxime a un conocimiento de la química contextualizado en concepciones filosóficas de la ciencia contemporáneas y pueda conocer y criticar argumentadamente las debilidades de interpretaciones como las ofrecidas por el positivismo y el empirismo.

Con la historia de la ciencia, se persigue esclarecer la naturaleza de las ciencias, identificar los conceptos estructurantes de la Química, interpretar las teorías desde los esquemas lógicos y conceptuales que las han originado, superar la concepción inductivista y positivista para la interpretación de fenómenos químicos e identificar el carácter cultural externo e interno de los procesos científicos.

La contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias a la didáctica de las ciencias es muy importante, pues de aquí puede orientarse en el profesorado de ciencias, y en consecuencia en la manera como habrán de enseñarlas, que tanto la ciencia y la enseñanza de las ciencias son un sistema cultural (Cubillos, 1988; Elkana, 1988). Esto significa que la ciencia y su enseñanza son construidas, reformuladas, sistematizadas, socializadas y confrontadas. Se podrá también entender que el conocimiento científico es un valor propio de la cultura actual, aunque no el único para caracterizar una cultura. La educación como hecho social contribuye a la formación de ciudadanos y ciudadanas y la pedagogía da cuenta

teórica e interdisciplinariamente de los actos de educación, en tanto que la Didáctica de las ciencias ofrece posibilidades para solucionar problemáticas asociadas con la Educación Científica en particular.

Este último aspecto constituye también una oportunidad para que el profesor de química en formación inicial tenga la posibilidad de interpretar conscientemente la realidad educativa y reconozca los principios, tendencias, problemas y perspectivas de la educación y de la enseñanza de la química, de tal manera que a través de la práctica profesional docente pueda encontrar espacios para poner en práctica sus conocimientos en didáctica de la química, cuerpo teórico (paradigmático y sistémico) desde el cual pueda a su vez interpretar la manera como se están cristalizando las nuevas tendencias en educación científica. Por ello entendemos la formación del futuro profesor de Química como la apropiación de un saber profesional relativo a la enseñanza de la química como un saber práctico (Porlán y Toscano 1994) y profesional de la enseñanza (García, 1988).

En una perspectiva como la que aquí se propone, la formación inicial de profesores y profesoras de química debe girar en torno a la didáctica de las ciencias como conocimiento profesional deseable (Porlán y Toscano, 1994). Por otra parte, un conocimiento significativo de la Didáctica de las Ciencias deberá favorecer que el profesorado conozca

con profundidad su disciplina y su historia para comprender el contexto histórico, social e ideológico donde se insertó cada problemática relevante, así como los obstáculos epistemológicos en la evolución de la misma. Debería de igual forma haberse iniciado en la investigación, tener cierta concepción de la ciencia, de la metodología científica y de otras formas de conocimiento; debería saber establecer relaciones significativas entre su disciplina y los problemas socio ambientales relevantes; debería saber detectar, analizar e interpretar indicadores externos de las concepciones y representaciones de los alumnos; debería saber elaborar instrumentos sencillos, formular adecuadamente las preguntas, analizar, categorizar y modelizar las respuestas e interpretarlas didácticamente. El profesor debería saber formular una serie de metaconocimientos, como los de cambio, sistema; un conjunto de procedimientos generales, como los de reconocer problemas, analizar y contrastar puntos de vista, entre otros; debería saber elaborar mapas de conocimientos, procedimientos y actitudes que relacionen las informaciones de las diferentes disciplinas científicas y problemas relevantes e interesantes para los alumnos; debería saber organizar el currículo desde la lógica didáctica y debería relacionar todo lo anterior con las concepciones y representaciones de sus alumnos.

En este sentido se plantea que los aspectos antes mencionados, no se que-

den en postulados teóricos sino que por el contrario se pongan en práctica en las actividades que debe saber diseñar, aplicar y evaluar el profesor en las cuales se destacan las siguientes (Porlán, et al 1996):

- Actividades para acceder al pensamiento espontáneo de los alumnos y para ampliar su campo de intereses.
- Actividades para formular y definir problemas de investigación.
- Actividades para someter a contraste y cuestionamiento las concepciones de los alumnos (y las de ellos mismos).
- Actividades para estructurar, aplicar y generalizar las posibles concepciones nuevas construidas por los estudiantes durante el proceso de trabajo con la resolución de problemas.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, el modelo didáctico de los profesores en formación y en ejercicio se ha construido con base en la forma en que conciben la realidad escolar, constituido por un conjunto de creencias de diferente naturaleza; concepciones epistemológicas e ideológicas (Gil, 1997), concepciones sobre el aprendizaje y las relaciones sociales, concepciones acerca del desarrollo humano, concepciones sobre su disciplina, concepciones sobre los contenidos, sobre el currículo, sobre la evaluación y sobre la cultura escolar en general. De esto surge la necesidad de organizar una metodología que per-

mita establecer el vínculo entre la teoría, la práctica y todos aquellos preceptos que de manera implícita guían el quehacer docente, acorde con aportes recientes sobre el cambio didáctico y formación del profesorado. Es así como Porlán et al (1996), manifiestan que la investigación y el tratamiento por los profesores de sus problemas prácticos ayuda a explicitar creencias y teorías implícitas, y a que éstas evolucionen; ayuda también a diseñar hipótesis de intervención que intenten resolver dichos problemas desde nuevas perspectivas.

La investigación de problemas implica la experimentación de nuevos diseños y la evaluación de sus efectos, produciéndose con ello un desarrollo progresivo del “conocimiento profesional”, tendiente siempre hacia el conocimiento profesional deseable.

4. A manera de síntesis: una perspectiva constructivista para la formación inicial del profesor de química

La abundante literatura referida a los modelos tradicionales de la enseñanza de las ciencias, tales como la enseñanza por transmisión y la enseñanza por descubrimiento autónomo o dirigido (Furió y Gil, 1989; Gil, 1983, Porlán, 1998), indican las inconsistencias y las incoherencias que existen entre la forma en que se producen los conocimientos científicos y la manera

como se enseñan. Lo anterior se atribuye entre una de las causas, al desconocimiento por parte de los profesores de ciencias de perspectivas epistemológicas, psicológicas y didácticas contemporáneas.

Como resultado del empleo de los modelos tradicionales de enseñanza, se la considera como centrada en los contenidos, insistiéndose aún en la transmisión de conocimientos científicos” y en que estos conocimientos científicos se imparten del mismo modo, con la misma profundidad o superficialidad y desde el mismo punto de vista. Como consecuencia de dicha concepción surge el considerar el currículo como equivalente a un plan de estudios organizado por temarios que dan por supuesto el dominio por los estudiantes de los contenidos que han sido estudiados en cursos anteriores. Como insinúan Furió y Gil (1989) sin embargo, no resulta difícil constatar hasta qué punto la visión de los estudiantes está plagada de graves errores conceptuales, típicos de una experiencia precientífica. Así mismo, Wartofsky (1988), se refiere a las prototeorías iniciales del ser humano como aquellas que provienen de la generalización inductiva de la experiencia, de reglas y normas asumidas acríticamente por la sociedad y de dogmas y mitos socialmente transmitidos.

Se han cuestionado seriamente los modelos de enseñanza centrados en transmisión y descubrimiento de conceptos y teorías, dada su incapacidad para superar estas formas precientifi-

cas de conocimiento. Una visión tradicional de currículo asigna al alumno la función pasiva de receptor de información; el profesor es el transmisor activo y el currículo es lo transmitido o enseñado por uno al otro (Driver y Oldham, 1986). Por otra parte, en estos modelos los trabajos prácticos se reducen a manipulaciones siguiendo verdaderas recetas que en nada familiarizan con la metodología científica (Furió y Gil, 1989).

De igual manera, son varias las investigaciones que se han producido al estudiar las consecuencias que en cuanto a actitudes e imagen de ciencia se generan en los estudiantes producto de una formación alejada de todo proceso de investigación en el aula.

La concepción que sustenta nuestra propuesta, se fundamenta en un punto de vista constructivista de la concepción de ciencia y de las concepciones de enseñanza y aprendizaje. Esto implica que adoptar un punto de vista constructivista sobre el aprendizaje también tiene implicaciones sobre nuestra visión de currículo (Posner y Gertzog, 1982).

Desde una perspectiva constructivista se considera que la ciencia no se produce sobre una base objetiva de observaciones que persiguen comprobar las teorías del mundo. Por el contrario, la visión de ciencia contemporánea sostiene que la ciencia es un sistema cultural (Elkana, 1988), de dominio público que se fundamenta en criterios racionales propios desde los cuales se constru-

yen conocimientos que permiten observar de un modo particular el mundo externo (Kuhn, 1975). Por otra parte la ciencia no se elabora acumulativamente sobre teorías predecesoras; por el contrario esta se valida sobre la posibilidad de la falsación de sus hipótesis (Popper, 1962), por la competencia de programas de investigación (Lakatos, 1978), por el sostenimiento de paradigmas (Kuhn, 1975), por criterios de racionalidad (Newton – Smith, 1981) o como producto de la competencia y la evolución conceptual (Toulmin, 1977).

En nuestros intentos por representar la naturaleza construimos teorías y esquemas conceptuales a partir de criterios de investigación con los cuales interpretamos la realidad. Entonces la realidad cognoscente no se descubre sino se construye; no contemplamos observaciones como punto de partida para elaborar nuestros conocimientos, son nuestras construcciones del mundo las realidades y será a través de ellas como reinterpretamos nuestra experiencia (Driver y Oldham, 1986). La observación es entonces, teóricamente dependiente (Chalmers, 1994).

Siendo coherentes para entender que nuestra visión de enseñanza de la Química deriva de nuestra visión de ciencia y apoyados en las concepciones actuales cognitivas (Driver y Bell, 1986), entre otros aspectos se supone que:

- a. Las personas tenemos objetivos y por tanto en vez de aprender en forma pasiva, respondemos e inte-

ractuamos con el entorno, al cual le damos sentido desde nuestras posiciones conceptuales, éticas, morales, afectivas, etc.

- b. El conocimiento no se transmite, se construye; y esa construcción está asociada a consolidar nuevos contextos de pensamiento que expliquen, por su grado de coherencia interna, de manera satisfactoria problemas de interés.
- c. El conocimiento, los esquemas conceptuales y las estructuras teóricas constituidas por creencias personales ejercen influencia sobre los significados que los seres humanos construimos. Los esquemas conceptuales alternativos (Driver, 1986), contextos de pensamiento (Mosquera, 1998) o ideas previas (Novak, 1988), dan sentido a lo que pensamos y cuando accedemos a nueva información de alguna manera la conectamos o diferenciamos de esas ideas previas.
- d. La construcción de significados es un proceso activo que exige conexiones entre los aspectos de la nueva situación y los conocimientos previos. Esto sucede en un proceso dinámico donde el alumno sugiere posibles hipótesis y significados intentando encajarlos con las situaciones que se abordan.
- e. Entender no es lo mismo que creer. Se pueden construir significados para generar una forma de ver algo en lo que no se cree (Bell, 1985). Se

puede entender una teoría sin tener por qué aceptarla.

- f. El aprendizaje de ideas científicas implica un cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico. La reestructuración de las ideas previas y la aplicación de nuevos conceptos científicos, requieren por parte de quien aprende un estudio de las ciencias que les permita la familiarización con los procesos de investigación científica y con el carácter social, colectivo y valorativo del conocimiento científico.

5. Conclusiones

En una concepción curricular como la aquí propuesta, basada en una didáctica de las ciencias de corte constructivista, se espera poder superar el principio de que el profesor es un transmisor neutral de conocimientos y habilidades y de que si tiene una captación coherente del contenido éste podrá ser transmitido fácilmente al alumno. Por otra parte, consideramos el currículo para la formación inicial de profesores de química como un programa de actividades investigativas (Carrascosa et al, 1984; Gil, 1986; Carrascosa y Gil, 1985), el cual surge al abordar problemas desde los cuales se intentan reconsiderar las ideas previas de los futuros profesores y profesoras y por tal, aproximarse a un aprendizaje significativo de la Química y de la enseñanza de la Química.. Se persigue en consecuencia

que los futuros profesores y profesoras desarrollen su acción docente asumiendo el papel de directores de investigaciones (Gil, 1993), donde los estudiantes actúan como investigadores noveles cuyo propósito es construir conocimientos y habilidades reconociendo que lo que los individuos aprendemos depende en gran medida de cambios de naturaleza conceptual, metodológica, actitudinal y axiológica.

Bibliografía

- Ausubel, D. 1968. *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and winston. New York.
- Ausubel, Novak and Hanesian. 1978. *Educational psychology: a cognitive view*. Holl, rinehart and winston. New York.
- Bachelard, G. 1978. *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI Editores. Buenos Aires.
- Bell, B. 1985. The construction of meaning and conceptual change in classrooms setting: Case studies in plant nutrition. University of Leeds.
- Carrascosa, Furió y Gil. 1984. Criterios básicos para la elaboración de un currículo de física y química. *Enseñanza de las ciencias*. 2 (2), 103 – 110.
- Carrascosa y Gil. 1985. La metodología de la superficialidad y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. p. 113 – 120.
- Cubillos, G. 1988. Las ciencias como culturas científicas. *Serie de eventos científicos ICFES*. Bogotá.
- Cronin-Jones, L. 1991. Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementation: two cases studies. *Journal of research in science teaching*. 38 (3), p. 235
- Chalmers, A. 1994. *Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo XXI editores. Madrid.
- Driver Et al. 1992. Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias. En *Ideas científicas en la infancia*.
- Driver, Oldham. 1986. Un enfoque constructivista del desarrollo curricular en ciencias. En *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores.
- Driver. R. 1986. Psicología Cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*. 4(1), p.3-15.
- Driver, Bell. 1986. Students thinking and the learning of science: A constructivist view. *School science review*. 67. 443 –456.
- Elkana, Y. 1988. La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. *Boletín sociedad Colombiana de epistemología*. Vol. III, 10 – 11. P 65-80.
- Furió, Gil, Pessoa y Salcedo. 1991. La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: papel de las didácticas específicas.. *Investigación en la escuela*, 16. P 7- 21.

- Furió y Gil. 1989. La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: Una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las ciencias*. 7(3), 257 –265.
- Furió, C. 1994. Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 12 (2), p. 188-199.
- García, E. 1988. Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula. En *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores.
- Gil et al. 1991. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE- HORSORI. Universidad de Barcelona. 1991.
- Gil, D. 1983. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. p. 26-33.
- Gil, D. 1991. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*. 9(1), p. 69 –77.
- Gil, D. 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias: Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las ciencias*. 4 (2) 111 –121.
- Gil, D. 1993. Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*. 11 (2), 197 –212.
- Gil, D. 1997. Crisis en los planteamientos constructivistas de la educación científica?. *Memorias pedagógicas constructivistas y desarrollo humano*. Manizales.
- Gil, D., Carrascosa, J., Martínez Terrades, F. 1999. La Didáctica de las Ciencias: Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En prensa.
- Giordan, A. 1982. *La enseñanza de las Ciencias*. Siglo XXI Editores. Madrid.
- Holton, G. 1983. *Introducción a los conceptos y teorías físicas*. Editorial Reverté. Barcelona.
- Kelly, G. 1955. *The psychology of personal constructs*. W. Norton & Co. Inc. Volumen I y II. New York.
- Kuhn, T. 1975. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura económica. México.
- Lakatos, I. 1978. *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Editorial. Madrid.
- Mauri, Gómez y Del Carmen. 1991. La Formación psicopedagógica del profesorado de educación secundaria y su relación con la práctica. *Actas I Congreso Nacional sobre formación del profesorado*. Burgos.
- Ministerio de Educación Nacional. 1998. *Criterios y procedimientos para la acreditación previa de los programas académicos de pregrado y especialización en educación*. Consejo Nacional de Acreditación. Santa Fe de Bogotá D.C.
- Morin, E. 1988. El método III: El conocimiento del conocimiento (Libro primero: *Antropología del conocimiento*). Ediciones Cátedra. Madrid.

- Mosquera, C.J. 1998. Caracterización de preconcepciones y aprendizaje significativo de la Química. *Instituto de Estudios e Investigaciones Educativas*. Universidad Distrital.
- Newton – Smith, W. 1981. *La racionalidad de las ciencias*. Editorial Paidós. Barcelona.
- Novak, J. 1988. Constructivismo Humano: Un consenso emergente. *Enseñanza de las ciencias*. 6 (3), p.213 –223.
- Osborne Et al. 1991. *El aprendizaje de las ciencias: Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Narcea Editores. Madrid.
- Piaget, J. 1969. *Psicología y Pedagogía*. Ariel. Barcelona.
- Pope y Gilbert.. 1988. La experiencia personal y la construcción del conocimiento en ciencias. En: *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores.
- Popper, K. 1962. *La lógica de la investigación científica*. Tecno. Madrid.
- Porlán, R. 1987. Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las ciencias*. 5(2), 89-96.
- Porlán, R. 1988. Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (1), p. 54 –60.
- Porlán Et al. 1988. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores. Sevilla.
- Porlán, R. 1998. Pasado, Presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 16 (1), p. 175 –185.
- Porlán y Toscano. 1994. El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la escuela*. 24.
- Porlán et al. 1996. Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores. Fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*. 29.
- Posner et al. 1988. Acomodación de un cambio científico: Hacia una teoría del cambio conceptual. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Diada Editores.
- Posner y Gertzog. 1982. The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Science education*. 66. P 195 – 209.
- Pozo, J. 1987- *Aprendizaje de las ciencias y pensamiento causal*. Visor Libros. Barcelona.
- Pozo et al. 1991. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (1).p. 83-94.
- Richards, S. 1987. *Filosofía y Sociología de la ciencia*. Siglo XXI Editores. México.
- Segura, D. 1995. Vivencias de conocimiento y cambio cultural. *Colciencias*. Bogotá.
- Skinner. 1938. *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Apleton – Century Co. Inc. London.

- Tobin y Espinet. 1989. Impediments to change: Application of coaching in high school science teaching. *Journal of research in science teaching*, 26 (2). P 105-120.
- Toulmin, S. 1977. *La comprensión humana I: El uso del colectivo y la evolución de los conceptos*. Alianza Editorial, Madrid.
- Wartofsky, M. 1988. *Introducción a la filosofía de las ciencias*. Alianza Editorial.
- Wagensberg, J. 1989. *Ideas sobre la complejidad del mundo*.