



Busto de dama -Terracota vidriada - (Colección Lidia Doria).

ELEMENTOS PARA LA RENOVACIÓN
CURRICULAR DE LOS PROYECTOS DE
FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO
DE QUÍMICA: UNA PROPUESTA DESDE
LA PEDAGOGÍA Y LA DIDÁCTICA
COMO DISCIPLINAS FUNDANTES

William Manuel Mora Penagos

ELEMENTOS PARA LA RENOVACIÓN CURRICULAR DE LOS PROYECTOS DE
FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE QUÍMICA: UNA PROPUESTA
DESDE LA PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA COMO DISCIPLINAS FUNDANTES

Este documento propone la formación inicial del profesorado de química como primera fase del desarrollo profesional, en la que la investigación, en el aula, de tramas de evolución de los principales conceptos de la química, permiten generar un contexto propio de su saber pedagógico y didáctico.

ELEMENTS FOR THE CURRICULAR RENOVATION OF THE INITIAL
TRAINING PROJECTS OF CHEMISTRY TEACHERS:
A PROPOSAL BASED ON PEDAGOGY AND TEACHING

*This paper proposes the **initial** training of chemistry teachers as the first stage in their professional training. In this period, the teacher creates a context for his/her pedagogical and teaching knowledge through the classroom research of the evolution of the main chemistry concepts.*

ELEMENTS CONCERNANT LA RENOVATION CURRICULAIRE DES
PROJETS DE FORMATION INITIALE DES ENSEIGNANTS DE CHIMIE: UNE
SUGGESTION BASÉE SUR LA PÉDAGOGIE ET LA DIDACTIQUE

Resume. Ce texte propose la formation initiale d'enseignants de chimie comme une première étape dans leur formation professionnelle. A cette période la recherche de lignes d'évolution des concepts principaux de la chimie dans la classe permet à l'enseignant de créer un contexte propre à son savoir pédagogique et didactique.

ELEMENTOS PARA LA RENOVACIÓN CURRICULAR DE LOS PROYECTOS DE FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE QUÍMICA: UNA PROPUESTA DESDE LA PEDAGOGÍA Y LA DIDÁCTICA COMO DISCIPLINAS FUNDANTES

William Manuel Mora Penagos *

INTRODUCCIÓN

Nos situamos para este análisis y propuesta, en el marco de una disciplina emergente como es la Didáctica de las ciencias (Mora y Salcedo, 1995; Porlán, 1998a) y en particular, dentro de una de las líneas de investigación prioritarias: el estudio de las concepciones didácticas y científicas del profesorado y de sus implicaciones en problemas prácticos de aula, así como de las estrategias formativas que favorecen su evolución en el contexto de la formación inicial, es decir, de los procesos de formación y desarrollo profesional de los futuros profesores de química (Porlán, 1993; Martín del Pozo, 1994; Porlán, 1998b).

El CNA (1998), en el documento "Criterios y procedimientos

para la acreditación previa de los programas académicos de pregrado y de especialización en educación", establece que la formación de educadores ha evidenciado, históricamente, dificultades neurálgicas como el reduccionismo de la pedagogía a esquemas instrumentales, la inexistencia de comunidades académicas en pedagogía, la desarticulación entre investigación educativa y los currículos de formación de profesores y el mantenimiento de pedagogías transmisionistas, que han aumentado significativamente los índices de baja calidad en todos los niveles y modalidades de la educación, problemáticas complejas que comprometen el proceso de renovación del currículum de formación de profesores que nos convoca el decreto 272 (MEN, 1998).

* Docente investigador. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
Dirección: morawm@latinmail.com.

Cualquier propuesta de adecuación curricular que tenga en cuenta las dificultades ya mencionadas, requiere abordar una serie de interrogantes en procesos investigativos de transformación curricular, que permitan dar pasos firmes hacia un proceso de cambio curricular en la acción, no solo acorde con los requerimientos de la ley sino con los resultados de la investigación didáctica y principalmente con los desarrollos propios de cada institución universitaria. Por lo tanto, los siguientes cuestionamientos podrían permitir un proceso de reflexión direccionada hacia los inicios de la investigación curricular (Mora, 1999): ¿Qué tipo de cambio queremos? ¿Qué principios de educabilidad y enseñabilidad se requieren? ¿Qué creencias se manejan y se comparten entre los formadores de formadores, en las asignaturas de "contenido", como de las materias de orden pedagógico y didáctico, acerca de qué se debe enseñar y aprender? ¿Qué procesos de formación permanente de formadores de formadores se requiere para garantizar cierto futuro en el cambio curricular? ¿Cómo incidir desde la formación inicial, en el sistema educativo y en particular en la formación permanente y superior?

Son estas cuestiones las que creemos resitúan la adecuación curricular como un proceso investigativo en la acción y no como procesos apriorísticos y bien intencionados de docentes expertos en estos temas curriculares.

Si entendemos la *educabilidad* como posibilidad de educar al ser humano en un proceso de formación permanente para desarrollarse integralmente en un contexto social y cultural determinado, y la *enseñabilidad* como posibilidad de articular, en la lógica y práctica pedagógica y didáctica, la lógica de las disciplinas (en este caso la de la química), la lógica de la escuela (del saber escolar) y la lógica del saber cotidiano (de la vida cotidiana del estudiante), la formación inicial del profesorado de química deberá en los próximos dos años estar dirigida bajo nuevos fundamentos que redireccionen los desempeños docentes del licenciado en química, en concreto hacia la enseñanza en la Educación Básica y Media.

Estos elementos apuntan a crear diferencia entre la formación del químico con respecto a la del licenciado en química, ya que las necesidades del saber pedagógico que requiere este último, hacen necesaria una

formación para la enseñanza, lo que, a su vez, hace necesario enfatizar en los fundamentos de la química. Esta distinción hace que se piense en una formación profesional de estudiantes - profesores desde y para una química *fundamental*; es decir, una formación inicial apoyada en las dimensiones histórica, epistemológica, social y cultural del conocimiento químico dentro del núcleo de la educabilidad, es decir, en los contextos cognitivo, valorativo y social del aprendiz.

Por otro lado y en razón a que los estudiantes - profesores llegan a la carrera de licenciatura con ideas sobre los principales conceptos de la química fundamental, como también sobre lo que es la enseñanza y el aprendizaje, y siendo coherentes con el principio constructivista de la *aprendibilidad*, se hace necesario tener en cuenta las ideas de los estudiantes-profesores no sólo en relación a lo conceptual, procedimental, actitudinal y axiológico (Pérez R. y Gallego R., 1994) de los contenidos de la química, sino su relación con su desempeño didáctico; por tanto, el interés está en averiguar y tener muy en cuenta lo que los futuros profesores ya saben, que nos permita asumir la formación inicial de los profesores-alumnos como un proceso de cambio-evolución de su pedagogía y didáctica de impregnación ambiental (Furió, C; Pessoa, A. Salcedo, L., 1992). Así, es posible asumir la formación inicial en torno a la educabilidad, enseñabilidad (CNA,1998), aprendibilidad, e investigación formativa, como núcleos básicos y comunes del saber pedagógico y didáctico de la química.

Nos planteamos a continuación una serie de preguntas puntuales que apuntan a una reflexión, de segundo nivel, previa para la configuración de un curriculum, dirigida a estudiantes que serán profesores de química fundamental. En particular: ¿Qué tendríamos que enseñar sobre las ciencias, sobre la química, sobre la enseñanza y el aprendizaje de la química para formar los futuros profesores de Enseñanza Básica Secundaria y Educación Media? ¿En qué contexto y escenario es necesario poner a los estudiantes - profesores para su práctica profesional? Dicho en otros términos: ¿Qué química hay que enseñar/tiene que aprender un futuro profesor de Enseñanza Básica y Media? ¿Existe un conocimiento químico específico para la formación de futuros profesores de un determinado nivel educativo? (Tal vez los primeros conocimientos

básicos o mínimos relacionados con la química) ¿Es la misma química que la utilizada en la formación de químicos, lograda en un primer ciclo de formación (sin por esto dar a pensar que la química para licenciados sea inferior en calidades a la de la formación de químicos)? Nos enfrentamos así con el problema del contenido en la formación inicial del profesorado de química. ¿Sobre qué tópicos dentro de la química sería relevante abordar y concretar el plan de estudios para la formación de profesores de Educación Básica y Media?

Para intentar responder a estas preguntas es necesario plantear que, en la formación inicial del profesorado, se da un hecho peculiar que contrasta con otras formaciones profesionales. Dicha formación consiste en un proceso de aprender a enseñar, en el que las personas que están formándose se inician en un nuevo papel, pero en un medio ya conocido por ellas: el escolar.

Tal vez la idea de *conceptos estructurantes* (Gagliardi, 1986) y de *núcleos conceptuales* (Pozo et al. 1991; Llorens, 1991; Crespo y Pozo, 1992; Caamaño, 1998), desde una transposición didáctica (Develay, 1987; Martín del Pozo, 1994) -desde lo histórico, filosófico, epistemológico, sociológico, psicológico y escolar- nos permitan asumir el reto de una formación inicial para una química de fundamentos esenciales y no de una cargada de información y disciplinariamente desprovista del saber pedagógico y didáctico fundantes. En estos aspectos nos centraremos más adelante; por el momento es necesario fortalecer algunos de los interrogantes antes mencionados, con un recorrido desde algunos modelos o enfoques históricos de formación inicial que pueden habernos influenciado.

1. ENFOQUES EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Si siguiendo a Martín del Pozo (1994), distinguiremos a continuación tres enfoques en la formación inicial del profesorado, los dos primeros de ellos hegemónicos y tradicionales:

*1.1. LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO
EN EL MARCO DE LA ENSEÑANZA TRADICIONAL*

El planteamiento esencial de este enfoque es que, para ser un "buen profesor", basta con tener unas cualidades personales adecuadas y un dominio académico del contenido de la disciplina a enseñar, para poder transmitirlo correctamente a los alumnos. Se trata de una concepción bancaria de la formación, caracterizada por los siguientes fundamentos:

- Lo importante es tener conocimientos bajo una formación entendida como información.

La manera de adquirir la profesionalidad se da por la imitación de lo que se considera "buen profesor".

Se presenta división entre teoría y práctica, adoptando el punto de vista de la epistemología de corte positivista, donde la práctica se concibe como la mera aplicación de las teorías sobre los contenidos y sobre la enseñanza y el aprendizaje.

La lógica y la estructura de las disciplinas son las que van a determinar los contenidos del currículo escolar. Es una formación centrada en los contenidos disciplinares.

La formación pedagógica de los formadores de formadores, en asignaturas de contenidos disciplinares de la química, es reducida a técnicas, generando de paso un modelo hegemónico en la acción, que tiende a ser imitado por los estudiantes - profesores.

No se distinguen y se valoran en su adecuada dimensión los dos sistemas asociados en la construcción del conocimiento profesional del estudiante profesor: la epistemología de la química, como ciencia de base, y la epistemología del saber didáctico.

Existe falta de especificidad de los contenidos de la formación inicial o, mejor dicho, su desprofesionalización, es una de las características básicas de este modelo.

El profesor se concibe como un especialista en las disciplinas que son su objeto de enseñanza, confundiendo «saber con saber enseñar» (Pérez Gómez, 1992).

*1.2. LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO EN
COMPETENCIAS TÉCNICAS: UN ENFOQUE CIENTIFISTA Y
TECNOLÓGICO DE LAS DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS.*

Este modelo se basa en estudios sobre la observación de las conductas de los profesores en el aula y la relación de ésta con el rendimiento académico de los alumnos. Para Elliott (1980), este modelo se ha fundamentado en dos hipótesis centrales:

- La hipótesis de la causalidad docente, según la cual la enseñanza es causa directa del aprendizaje. La responsabilidad de que los alumnos aprendan parece recaer en exclusiva en el profesor.
- La hipótesis de la generalidad formal, según la cual las acciones son reproducibles en diferentes contextos para conseguir resultados similares. De esta manera se pueden formular leyes generales que rigen los procesos de enseñanza - aprendizaje y las consiguientes normas para intervenir en el aula.

Bajo estos planteamientos subyace una visión de la enseñanza como una actividad de carácter técnico, susceptible de ser descompuesta en un conjunto de destrezas o habilidades específicas, guiadas por una rigurosidad de objetivos a priori.

Desde el punto de vista de la formación inicial del profesorado en la enseñanza de los contenidos escolares, ha significado un primer intento de superar una formación desprofesionalizada, regida por una formación sobre contenidos, a la que se le adiciona una formación psicopedagógica, al margen de criterios básicos de unificación entre las dos.

Este planteamiento, según Pérez Gómez (1992), puede definirse como *modelo de entrenamiento*, basándose en intentar identificar las actuaciones del profesor que son exitosas en cuanto al aprendizaje de los alumnos y entrenar al resto de los profesores en las mismas, mediante secuencias formativas cerradas y técnicamente rigurosas, que pretenden alcanzar los objetivos propuestos, normalmente en términos de objetivos operativos y conductuales, que se aplican rígidamente a la realidad.

Con este enfoque se ha pretendido avanzar en una mayor profesionalización del conocimiento sobre la enseñanza de los contenidos escolares, pero se ha realizado por la vía del reduccionismo cientifista, que implica concebir la didáctica como una tecnología simple y no como una disciplina práctica, compleja y fundante de la práctica profesional.

1.3. UN ENFOQUE ALTERNATIVO:

LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO COMO PRIMERA FASE DEL DESARROLLO PROFESIONAL

Las nuevas formas de concebir el papel del profesor, basadas en las investigaciones sobre su pensamiento, han sido fundamentales para avanzar en un enfoque alternativo de la formación inicial del profesorado. Esta perspectiva, al considerar el pensamiento docente organizado en esquemas de conocimiento no siempre conscientes, que configuran una epistemología personal, han permitido proponer, como variable de primer orden en la enseñanza, el pensamiento de los profesores en relación con sus juicios y decisiones, antes, durante y después de la intervención escolar y de aula.

Desde esta perspectiva, se trata de que la formación del profesorado incida en los procesos de pensamiento, creencias y concepciones pedagógicas de los profesores. Así, muchos autores (Gil, 1991; Hewson y Hewson, 1987; Poppe y Scott, 1983) conciben la formación del profesorado como un cambio pedagógico y particular didáctico; es decir, como un cambio en las concepciones sobre el conocimiento y la manera en que éste se construye en el medio escolar. Este cambio didáctico es necesario entenderlo como la primera fase del desarrollo profesional, pues es en la escuela y, en concreto, en el aula de clase, donde se establece la segunda fase correspondiente al ejercicio, donde se adquieren además del saber académico, los saberes práctico e ideológico de la profesión.

En esta misma línea, varios autores (García, 1988; Porlán, 1989; 1993; Martín del Pozo, 1994) plantean una aproximación a una teoría compleja de la enseñanza y de la formación inicial, que podríamos resumir así:

- La actividad profesional de la enseñanza se desarrolla en una realidad singular, diversa y cambiante que puede concebirse como un sociosistema de naturaleza abierta (Cañal, 1988).
- La enseñanza es una actividad práctica, susceptible de ser descrita, explicada, orientada y transformada según criterios científicos, ideológicos y empíricos (García y Porlán, 1990).
- La enseñanza es una actividad intencional, que está orientada a facilitar aprendizajes mediante la negociación de significados, a través de la cual se construye el conocimiento escolar.
- Este proceso de construcción equivale a desarrollar una dinámica de investigación en la escuela, en la que el profesor y los alumnos se incorporan a un proceso de evolución del conocimiento gradual y permanente (Porlán, 1993).
- En el mayor nivel de desarrollo profesional se considera al profesor como investigador en el desarrollo e innovación del currículo (Stenhouse, 1984), bajo el concepto de investigador formativo que el CNA (1998) plantea.
- El currículum puede ser entendido como una hipótesis de intervención didáctica a experimentar e investigar por el profesor o equipo de profesores, en un contexto escolar concreto, y como concepción relativizadora en su obligatoriedad, adaptación y transformación, es decir, «Como conjunto de criterios, planes, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local [...]» (Artículo 76. Ley 115 de 1994).

Por tanto, se ofrece una imagen de la enseñanza caracterizada por la complejidad, incertidumbre, inestabilidad, singularidad, multidimensionalidad y simultaneidad histórica de las situaciones prácticas (Pérez Gómez, 1992).

Desde esta concepción, el desarrollo profesional debe tender gradualmente a que el profesor sea:

- Facilitador del aprendizaje significativo de los alumnos, generando conocimiento escolar.

- Investigador de los procesos de enseñanza - aprendizaje que se dan en su aula, generando conocimiento profesional.
- Generador de conocimiento didáctico significativo, al investigar sobre los procesos de desarrollo del currículo.

Por otra parte, si esta nueva concepción de profesionalidad docente pretende ser coherente con la imagen de la enseñanza como actividad compleja, intencional y crítica, implica plantearse que la formación del profesorado, el desarrollo del curriculum escolar y la investigación educativa, son tres dimensiones peculiares de un mismo proceso encaminado a procurar cambios reales y significativos en la escuela (García y Porlán, 1990), siendo la tarea docente un trabajo profesional colectivo de formación permanente en torno a la actualización, innovación e investigación escolar.

Frente a una concepción del profesor como especialista en las disciplinas o como un técnico - ejecutor que aplica los conocimientos técnicos elaborados por los expertos, o como un profesional que aprende fundamentalmente de su propia experiencia, sin necesidad de establecer interacciones con otros tipos de conocimiento, surgen diversas alternativas que complejizan y mejoran esta concepción, recogiendo las aportaciones de la investigación pedagógica y didáctica.

Desde los modelos alternativos, que comparten la formación de profesores como primera etapa del desarrollo profesional, centrado en actividades de formación permanente de naturaleza investigativa, se propone una figura del profesor autónomo, reflexivo y crítico de su propia intervención (Elliott, 1980), analizando su actuación en el aula, evaluando la relación entre ella y el aprendizaje de los alumnos, con el objetivo de mejorarla. Como plantea Gil (1998 -1991): «la idea de profesor investigador es fundamental para romper con un profesorado que se limita a aplicar lo que una élite de especialistas diseña, de romper con la jerarquización mutilante entre investigadores/pensadores y profesores/ realizadores».

Con la figura del profesor investigador no se trata de introducir un componente nuevo a la formación del profesorado, sino que debe entenderse como «una perspectiva global y constante en el desempeño de sus actividades» (IRES, Grupo Investigación en la Escuela, Vol. 1,1991) o

como «una actitud que debe impregnar su actividad profesional cotidiana» (Futió, 1994), claramente necesaria para que el profesor pueda realizar una reflexión crítica de su práctica docente, desarrollar innovaciones que mejoren el aprendizaje y dirigir la investigación de los alumnos (para lo que necesita vivencias investigadoras).

En definitiva, este modelo se pronuncia a favor de una visión de profesor investigador que formula problemas prácticos relacionados, fundamentalmente, con el desarrollo del curriculum, diseña hipótesis de trabajo para intervenir en ellos y evalúa la puesta en práctica de sus hipótesis, a través de un contraste dialéctico entre teoría y acción, del que se deducen ciertas conclusiones y nuevas reformulaciones de los problemas planteados.

Este modelo se puede decir que orienta en los siguientes principios:

- La formación inicial del profesorado se concibe como una primera fase en el desarrollo profesional, en el que mejora constantemente sus conocimientos sobre la educación y su enseñanza, siendo el mayor nivel de profesionalidad el correspondiente con el del profesor integrado en un equipo de investigación que, a la vez que investiga en su aula, pretende contribuir a la construcción de conocimientos profesionales y didácticos para la transformación cualitativa de la institución escolar.
- Un curriculum orientado desde una perspectiva multifacética: constructivista, sistémica, compleja y crítica.

La elaboración del conocimiento profesional de referencia entendido como transposición didáctica e integración de una diversidad de conocimientos que provienen de distintas fuentes (Martín del Pozo, 1994).

La toma de conciencia por parte del futuro profesor de sus concepciones disciplinares y didácticas, el contraste con el conocimiento profesional de referencia y una cierta "aplicación" (al planificar unidades didácticas y ofrecer elementos para el análisis de prácticas escolares...), favorece la construcción de un conocimiento profesional significativo.

Cualquier propuesta para mejorar la formación inicial del profesorado está condicionada no sólo por factores didácticos -curriculares, sino también por otros relacionados con el carácter institucional del currículum y con las escasas repercusiones de la formación inicial del profesorado en el sistema educativo.

La relación entre el modelo de formación y el modelo didáctico se debe fundamentar en un principio de isomorfismo, es decir, que se debe establecer coherencia entre el tipo de enseñanza y formación didáctica y pedagógica recibida en la formación inicial, y la situación de la práctica profesional a desarrollarse en la escuela, que permitan constituir una condición necesaria para que pueda encontrar una transferencia de conocimientos de una situación a otra.

Una relación estrecha y en doble dirección entre teoría y práctica, que evite el planteamiento de que la teoría es lo que determina la práctica y que pueden producirse transferencias automáticas entre la una y la otra. Para Carr y Kemmis (1986), la relación teoría -práctica no es tampoco de implicación, derivación o reflejo de la práctica en la teoría, sino más bien se trata de una empresa racional y crítica en que «la teoría informa y transforma la práctica, al informar y transformar las maneras en que la práctica se experimenta y se entiende».

2. LA INVESTIGACIÓN COMO NÚCLEO FORMATIVO INTEGRADOR DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL DOCENTE

Si pretendemos que los profesores en formación (estudiantes -profesores) reelaboren sus propias concepciones acerca del conocimiento y su construcción en el contexto escolar, tendremos que facilitar un conocimiento y un proceso que lo hagan factible. La investigación es el principio formativo que da consistencia a estos planteamientos. En la práctica de la formación inicial, aquella puede contemplarse bajo diferentes enfoques que suponen diferentes intenciones formativas (Mora, 1999):

- Los resultados y técnicas de la investigación educativa, como objeto de conocimiento en los programas de formación para que puedan ser aplicados posteriormente en la práctica. Esto se traduce en la postulación de asignaturas o espacios académicos a través de los cuales se espera dotar al maestro de los elementos teóricos y las habilidades prácticas de la investigación (Orozco J, 1998). En este tipo de concepción de investigación se pretende la preparación de los profesores-docentes en técnicas de investigación, que los especialistas consideran más pertinentes para la investigación en el aula (modelo de formación inicial investigativo del alumno-profesor como técnico en investigación)
- La investigación como una actividad puntual a realizar por los estudiantes-profesores sobre una temática que despierte su interés. Lo importante no es tanto la problemática a tratar como la experiencia personal que supone en cuanto al aprendizaje de actitudes y procedimientos (modelo de formación inicial del alumno-profesor como explorador de su actitud científica)
- La investigación como proceso de formulación y tratamiento de problemas directamente relacionados con la práctica educativa (Astolfi y Develay, 1989 [sic]). Lo que se pretende es mejorar la capacidad de los futuros profesores para describir, analizar e intervenir en la realidad (modelo de formación inicial donde los alumnos-profesores son sujetos de conocimiento, donde se forman investigando problemas concretos). Es lo que podemos entrever en el concepto de *investigación formativa* planteada por el CNA (1998, 30):

La Investigación formativa se diferencia de la investigación en sentido estricto en que, aunque sigue las pautas metodológicas y se orienta por los mismos valores académicos de la investigación en sentido estricto, no exige un reconocimiento por la comunidad académica, de la novedad de los conocimientos producidos y admite diferentes niveles de exigencia, según se trate de tareas de largo plazo asumidas por los estudiantes, de un trabajo de grado o de postgrado, o del estudio sistemático y continuado de algún problema de la educación de la pedagogía por parte de un equipo de docentes.

Con estas modalidades no se trata ni de trivializar la idea de investigación educativa, como señalan Furió (1994), ni de simular la investigación científica; se trata más bien de entender la investigación como un proceso general de formación profesional, en la convivencia con situaciones problemáticas a nivel escolar y de aula.

En general, la investigación realizada por los docentes desde la escuela y para la escuela (Porlán, 1989), puede considerarse como un proceso que pone en relación la teoría con la práctica, el desarrollo curricular con el profesional, la investigación educativa con la acción que pretende transformar el contexto escolar. Podría entonces decirse que la investigación debería constituirse para la formación inicial como una práctica cultural; en palabras de Orozco (1998):

[...] en esa dirección las prácticas investigativas no están exclusivamente orientadas a mejorar las prácticas educativas en sí mismas sino que apuntan a la realización de los proyectos que ese sujeto social configura para un momento histórico dado.

3. EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DESEABLE EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Desde una concepción de formación inicial como primera fase del desarrollo profesional, el futuro profesor ha de tener un dominio del contenido que habrá de enseñar. Pero no se trata de un dominio indiscriminado, sino más bien de aquél que le capacite para afrontar el contenido del curriculum escolar como una reelaboración del conocimiento (Pérez Gómez, 1992). Se debe entonces ofrecer la posibilidad al futuro profesor de reflexionar sobre el contenido que tendrá que enseñar y sobre lo que sus alumnos pueden aprender. Entendemos, en la línea de Gimeno (1988), que esta reflexión debe orientarse hacia la evolución de su conocimiento. En nuestro caso, dicha evolución se dirige a dos frentes:

- El de su conocimiento sobre los principales conceptos de la química (núcleos conceptuales a la manera de Pozo et al. (1991)), tal y como lo haya podido aprender como alumno en otros niveles educativos.

- El de su conocimiento sobre qué y cómo enseñarlo, tal y como lo haya podido aprender por observación o formación ambiental.

Este planteamiento se concreta en la necesidad de contar con un conocimiento profesional que sirva de referencia en el proceso de capacitar al futuro profesor, para reelaborar el conocimiento y facilitar su construcción en el contexto escolar, que evite reforzar una cadena de transmisión de ideas reduccionistas acerca de la enseñanza, el aprendizaje y la propia profesión en un "círculo vicioso" de efecto multiplicador que, en sí, tiene la formación inicial del profesorado (Gimeno, 1988).

El conocimiento profesional deseable se fundamentaría en que:

- Las fuentes del conocimiento profesional son diversas.
- Los conocimientos procedentes de dichas fuentes sufren un proceso de transformación e integración.
- Se organiza en torno a la problemática sobre la enseñanza de los contenidos escolares.

3.1. LA COMPLEJIDAD DEL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DESEABLE

Los conocimientos profesionales son de naturaleza muy peculiar: exigen la integración de la teoría y la práctica, tienen relación con múltiples saberes disciplinares y deben ser utilizados por los profesores en su práctica. Es lo que Porlán (1993) denomina *conocimiento práctico profesional*, resaltando su carácter integrador «entre las aportaciones provenientes de las ciencias de la educación y el conocimiento práctico de los profesores». Siendo este conocimiento el que inicialmente orienta y dirige la acción y se genera en la propia acción como resultado de la reflexión.

Los conocimientos que los futuros profesores han de construir como base de su profesionalidad, suelen agruparse inicialmente en torno a tres componentes conectados entre sí:

- Un componente científico o formación básica, que se refiere al contenido objeto de la enseñanza, sea éste una disciplina o un área multidisciplinar.
- Un componente profesional o formación pedagógica, que se refiere tanto a la práctica docente como a la vertiente más académica de las diferentes disciplinas de las Ciencias de la Educación.
- Un componente de integración humanístico y de valores.

Por lo que respecta al conocimiento científico o del contenido, se puede considerar como ineludible e imprescindible, ya que el conocimiento del contenido influye en el qué y cómo se enseña, y está conformado por un conocimiento de los marcos conceptuales y de la estructura interna de las disciplinas y un conocimiento de los paradigmas de investigación, como es en el caso de la metodología científico experimental. Este conocimiento, no relacionado con la enseñanza, es un componente del conocimiento del contenido de la asignatura a enseñar, pero no puede identificarse con él.

El conocimiento pedagógico general y el conocimiento del contexto escolar son conocimientos relativamente independientes del contenido a enseñar, puesto que no suponen un objeto directo de la futura enseñanza de los estudiantes-profesores, pues los futuros profesores no darán clases de psicología de la educación o de pedagogía general, sino de química en particular.

El cuarto componente o conocimiento didáctico del contenido, incluye: las concepciones sobre para qué se enseña un contenido, el conocimiento de cómo lo comprenden los alumnos, el conocimiento del currículo, el conocimiento de las estrategias para enseñar el contenido. Según Marcelo (1992), este tipo de conocimiento hace referencia al hecho de que los profesores no enseñan los contenidos que ellos conocen por su formación de entrada, sino por una adaptación de los mismos para hacerlos comprensibles a los alumnos. Esta adaptación es lo que otros autores (Astolfi y Develay, 1989 [sic]; Chevillard, 1991) denominan transposición didáctica. Los profesores transforman el contenido en un contenido enseñable y aprendible o conocimiento pedagógicamente elaborado, según Gimeno (1988).

Para algunos autores, este componente del conocimiento profesional significa un conocimiento de la didáctica específica. En la formación inicial del profesorado, estas disciplinas han ido ocupando un papel cada vez más destacado (Dumas - Carré, Furió y Garret, 1990). Así, para Furió, Pessoa y Salcedo (1992) deben ser el núcleo vertebrador de dicha formación, especialmente para el profesorado de Secundaria. Gil (1991) concreta los conocimientos que necesitan los profesores sobre la didáctica específica en:

- Conocer y cuestionar el «pensamiento docente de sentido común».
- Adquirir conocimientos teóricos sobre el aprendizaje de las ciencias.
- Crítica fundamentada de la enseñanza habitual.
- Saber preparar programas de actividades.
- Saber dirigir las actividades de los alumnos.
- Saber evaluar.
- Utilizar la investigación e innovación.

Los conocimientos sobre la didáctica de la asignatura son conocimientos mixtos. Son el resultado de la interacción entre las informaciones que provienen de la pedagogía, la psicología, la historia y la epistemología con los conocimientos sobre la asignatura, y la propia experiencia del profesor; y es precisamente esa interacción la que capacita para la transformación de la lógica disciplinar en la lógica de la enseñanza.

El conocimiento didáctico del contenido es un conocimiento práctico profesional que pretendemos construyan los futuros profesores para intervenir de una manera fundamentada. En la formación inicial no basta con contemplar las didácticas específicas como un conocimiento teórico - práctico valioso, sino como un medio disciplinar que permite investigar la transformación de contenidos provenientes de muchas disciplinas para convertirse en conocimiento profesional.

Si se está planteando la necesidad de una transposición didáctica desde un complejo de saberes (química, epistemología, historia, psicología,

etc.) hacia un saber específico de enseñanza de la química, esto abre una nueva línea de trabajo investigativo que podríamos enfrentar como resultado de los análisis realizados hasta aquí.

4. UNA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DOCENTE PROFESIONAL DESEABLE EN QUÍMICA DESDE EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DE LOS PRINCIPALES NÚCLEOS CONCEPTUALES

Es reconocido, en el campo de la investigación didáctica, que las principales dificultades de comprensión encontradas en los alumnos de química están relacionadas con tres problemas conceptuales que, en el desarrollo histórico-epistemológico de la química, fueron fundamentales para conformar una ciencia madura; estos tres núcleos conceptuales determinan la estructuración de los demás conceptos básicos y demás nociones fundamentales, necesarias para la formación de un pensamiento químico mínimo para interpretar el mundo químico de nuestro entorno.

Estos tres núcleos conceptuales o estructuras conceptuales que el alumno debe dominar para comprender la química, según Pozo et al. (1991), son la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de las propiedades no observables de la materia y la cuantificación de las relaciones. Estos conceptos determinan a su vez aquellos que son centrales para la química fundamental como son el cambio químico y la afinidad.

La noción de *discontinuidad* es necesaria para comprender y explicar diversos aspectos de la estructura de la materia. (Que los alumnos no acepten la discontinuidad de la materia, no importando la enseñanza del concepto y teorías actuales atómico - moleculares, es producto de un pensamiento acostumbrado al mundo de lo macroscópico, que invade el mundo de lo microscópico de las explicaciones. Esto lleva a los alumnos a rechazar o ignorar la noción de vacío entre las partículas). En la *conservación de las propiedades* están basados los ajustes de las ecuaciones químicas y los cálculos estequiométricos que se realizan en las reacciones químicas. (Nuestra mente está acostumbrada a centrarse más en lo

que cambia que en lo que permanece; así, es necesario admitir que tras un cambio físico o químico de la materia, lo que permanece pertenece al mundo de lo no observable, lo que nos remite al mundo atómico -molecular que compone la estructura oculta de la realidad).

Se entiende por *cuantificación de las relaciones* la representación cuantitativa de las leyes físico químicas y su aplicación práctica. (La gran mayoría de los cálculos químicos se pueden realizar aplicando relaciones de proporcionalidad, pero éste es el gran problema de la cuantificación de las relaciones químicas: el razonamiento proporcional).

Como se ha dicho, es necesario tener en cuenta estos tres núcleos conceptuales en todo momento en la ejecución de un programa de química general, si se quiere generar en el estudiantado un pensamiento químico básico, lo que daría a entender que serían buenos capítulos para un programa en tres unidades. Sin embargo, es necesario asumir estos temas como contenidos transversales en todo el programa y no como unidades temáticas.

Si bien estos temas son tomados por muchos de los formadores de formadores como elementales y sólo dignos de análisis anecdóticos en cursos de historia o de epistemología de la química, consideramos que son estos conceptos principalmente los que permitieron la sociogénesis de la química, los que nos permitirían un cierto paralelismo con la psicogénesis del aprendizaje. Sin embargo, este proceso requiere de una transposición didáctica a través de tramas conceptuales, entendidas éstas como lo proponen Porlán et al. (1996) y Martín del Pozo (1994).

4.1. TRAMAS CONCEPTUALES

Las tramas conceptuales disciplinares pueden ofrecer una visión de conjunto sobre la evolución de un determinado concepto y poner de manifiesto las relaciones que mantiene con otros conceptos.

Para Astolfi (1988), la elaboración de tramas conceptuales está asociada a la existencia de enunciados diferenciados y evolutivos para una misma noción, es decir, a niveles de formulación. No obstante, hay que

insistir en que la finalidad de la elaboración de estas tramas conceptuales es clarificar un determinado campo conceptual, combinando la lógica histórica con la lógica de la enseñanza; es decir, de la facilitación del aprendizaje. Esto significa que el análisis que proviene de la propia disciplina científica ha de ponerse en relación con el que se deriva de las concepciones de los alumnos.

En esta misma línea, en el Proyecto Curricular IRES (Grupo Investigación en la Escuela, 1991) las tramas conceptuales disciplinares se fundamentan en que:

- Poseen «una perspectiva epistemológica sistémica y compleja que, desde una visión no positivista del conocimiento científico, caracteriza el conocimiento como organizado, relativo y procesual».
- Tienen sentido dentro de una visión integrada de las perspectivas compleja, constructivista y crítica, que fundamenta la formulación y estructuración del conocimiento escolar como un conocimiento organizado y jerarquizado de carácter procesual y relativo.
- Son aportaciones del análisis de la disciplina científica que resultan útiles para la determinación del conocimiento escolar.
- Constituyen una forma de presentar el conocimiento conceptual que tiene en cuenta: la amplitud y diversidad conceptual (número y tipo de conceptos implicados en el campo conceptual), la organización conceptual (relaciones jerárquicas y horizontales entre los conceptos) y los niveles de formulación de cada concepto (posibles definiciones cada vez más complejas y profundas). (Grupo Investigación en la Escuela, Vol. 2,1991).

En definitiva, se propone la necesidad de elaborar tramas conceptuales (y ponerlas a prueba en estudios investigativos con formadores de formadores y estudiantes-profesores) considerándolas como orientadoras y de referencia para el qué y el cómo enseñar.

Las características generales de las tramas conceptuales (Martín del Pozo, 1994) son:

- Un conjunto de enunciados progresivos de un mismo concepto en forma de frases y no de simples términos.
- Una organización de los mismos que responde a la lógica de una progresión epistemológica, más que una estricta cronología.
- Una red de relaciones, tanto verticales como horizontales, entre los conceptos constituyentes de un campo conceptual dado.

Así, para la elaboración de sucesivas tramas conceptuales asociadas a los marcos conceptuales ya indicados, se consideran los siguientes elementos:

- Los sucesivos niveles de formulación de los conceptos.
- Una serie de enunciados intermedios implícitos o explícitos en cada formulación.
- Un conjunto de nociones constitutivas que se derivan de cada enunciado intermedio y que dan cuenta de la amplitud y diversidad conceptual.

Por último, tal y como señala Develay (1987), la elaboración de tramas conceptuales por parte de los futuros profesores tiene una enorme potencialidad en la formación inicial del profesorado. En el plano del conocimiento conceptual permite clarificar y articular conocimientos diversos que habitualmente se mantienen confusos y aislados después de la enseñanza recibida. En el plano del conocimiento didáctico, permite poner en cuestión, entre otras, la existencia de formulaciones únicas para un determinado concepto. Además, estas tramas son marcos de referencia para poder analizar las concepciones de los alumnos y los posibles itinerarios hasta llegar a configurar un conocimiento escolar deseable. Y en el plano más estrictamente profesional, permiten poner de manifiesto el trabajo de transformación que han de realizar los profesores para elaborar propuestas fundamentadas de conocimiento escolar.

4.2. HACIA UN DISEÑO DE INVESTIGACIÓN CURRICULAR DE TRAMAS CONCEPTUALES

En una primera parte de la investigación sería necesario desarrollar un estudio didáctico y de construcción (apoyado en la historia,

epistemología y psicología) que permita, posteriormente, caracterizar el conocimiento profesional acerca de la enseñanza de los principales núcleos conceptuales de la química para la enseñanza en la Educación Básica y Media. A partir de este estudio se podría clarificar los problemas e hipótesis y orientar la recolección y el análisis de los datos de los estudios empíricos sobre las concepciones de los estudiantes profesores de química.

En una segunda parte, la problemática que se pretendería abordar podría girar en torno a la caracterización de dichas concepciones, en una muestra reducida de estudiantes-profesores. Es decir, pretendería conocer qué conocen los estudiantes cuando inician su formación sobre la enseñanza, sobre los principales núcleos conceptuales de la química.

Por otra parte, en ambos estudios se pretenden tres tipos de objetivos.

- En primer lugar, se trataría de describir y analizar las concepciones disciplinares y didácticas de una misma muestra de estudiantes-profesores de química.
- En segundo lugar, se pretendería poner a punto métodos de análisis cualitativo de los datos obtenidos de diferentes fuentes, según cada estudio, y contrastar los resultados con los obtenidos mediante métodos de análisis cuantitativo.
- Por último, con ambos estudios se podría obtener información que fundamente una propuesta de conocimiento profesional, hipotéticamente adecuada, para servir de referencia en el proceso formativo tanto inicial de los estudiantes-profesores como de los formadores de formadores.

Para finalizar, y a manera de resumen, se puede decir que si se requiere plantear una reforma curricular de un programa de formación de profesores de química, es necesario replantear el papel del futuro docente de química en su contexto de aprendizaje, como primera fase de desarrollo profesional, donde sea compatible dicha formación con la investigación formativa en torno a núcleos conceptuales de la química básica y, en concreto, en la participación del diseño de tramas de

evolución. Esto implica que se asuma el curriculum como hipótesis investigativa, que permita un proceso de mejoramiento permanente, donde se ponga en consideración positiva la necesidad de una transposición didáctica, consciente de la necesidad de contextualizar el saber enseñado en un saber diferente al del saber sabio (Chevallard, 1991), es decir, dentro de un ámbito disciplinar diferente al de la química, al de la cotidianidad del saber del alumno, al de las psicologías del aprendizaje e incluso el de las pedagogías sin contenidos, y sí dentro de un marco nuevo que no es un híbrido de saberes, sino uno propio al saber de la química en la escuela y, en particular, en el del aula, que tal vez podríamos denominar en general como "saber renovador de las didácticas específicas", y en concreto, para nuestro caso, "didáctica renovadora de la química".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTOLFI, J. (1988). "El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos". En : *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 6, No. 2. pp. 147-155.

CAAMAÑO, A. (1998). "La secuenciación de los contenidos de química en el bachillerato". En : *Alambique*. No. 15. pp. 69-85.

CAÑAL, P. (1988). "Un marco curricular en el modelo sistémico investigativo". En : PORLÁN, R.; GARCÍA, J.E. y CAÑAL, E (Comp.). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada.

CARR, W. y KEMMIS, S. (1986). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación - acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires, Argentina: AIQUE.

CNA (1998). *Criterios y procedimientos para la acreditación previa de los programas académicos de pregrado y de especialización en educación*. Santafé de Bogotá: CORCAS.

- CRESPO, A. y POZO, I. (1992). "La estructura de los conocimientos previos en química: una propuesta de núcleos conceptuales". En : *Investigación en la escuela*. No. 18. pp. 23-40.
- DEVELAY, M. (1987). "A propos de la transposition didactique en sciences biologiques". En : *Áster*, No. 4. pp. 119-138.
- DUMAS-CARRÉ, A.; FURIÓ, C. y GARRET, R. (1990). "Formación inicial del profesorado de ciencias de Francia, Inglaterra y Gales, y España. Análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 8, No. 3. pp. 274-281.
- ELLIOTT, J. (1980). *la investigación - acción en educación*. Madrid: Morata.
- FURIO, C. (1994). "Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 12, No. 2. pp. 188-199.
- FURIÓ, C.; PESSOA, A. y SALCEDO, L. (1992). "La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria". En : *Investigación en la escuela*. No. 16. pp. 7-21.
- GAGLIARDI, R. (1986). "Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 4, No. 1. pp. 30-35.
- GARCÍA, J.E. (1988). "Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula". En : PORLÁN, R.; GARCÍA, J. E. y CAÑAL, E. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada.
- GARCÍA, J.E. y PORLÁN, R. (1990). "Cambio escolar y desarrollo profesional: un enfoque basado en la investigación en la escuela". En : *Investigación en la escuela*. No. 11. pp. 25-37.
- GIL, D. (1991). "¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 9, No. 1. pp. 69-77.
- GIMENO, J. (1988). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- HEWSON, W y HEWSON, G. (1987). "Science Teachers' Conception of Teaching: Implications for Teachers Education". En : *International journal of science education*. Vol. 9, No. 4. pp. 425-440.

IREs, GRUPO INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA, 1991. *Proyecto Curricular IRES Investigación y Renovación Escolar*. Introducción y 4 vols. Sevilla, España: Diada.

LLORÉNS, J. (1991). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.

MARCELO GARCÍA, C. (1992 - 1987). *El pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAC S.A

MARTÍN del POZO, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.

MEN (1998). Decreto 272 del 11 de Febrero de 1998. En : MEN, 1998. *Hacia un Sistema Nacional de Formación de Educadores*. Serie documentos especiales.

MORA, W (1997). "Actitudes hacia la imagen de las ciencias". En : *Actualidad educativa*. Año 4, No. 15-16. pp. 20-31.

_____ (1997). "Naturaleza del conocimiento científico e implicaciones didácticas". En : *Revista Educación y Pedagogía*. Facultad de Educación. Universidad de Antioquia. No. 18. pp. 133 -144.

_____ (1999). *Ambiente de formación pedagógica y didáctica* (documento de trabajo). Santa Fé de Bogotá: U.P.N. Vicerrectoría Académica.

MORA, W y SALCEDO, L. (1995). "La didáctica de las ciencias, un contexto teórico - práctico para la investigación en el aula de clase". En : *Actualidad educativa*. Santa Fé de Bogotá. Año 2, No. 5, (ene. - feb.). pp. 57-60.

OROZCO, J. C. (1998). *Las concepciones de investigación en la formación de docentes*, (documento de Trabajo). CIUP-UPN.

PÉREZ GÓMEZ, I, (1992). "La función y formación del profesor/a en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas". En : GIMENO, J. y PÉREZ GÓMEZ, A. I. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.

PÉREZ, R. y GALLEGO, R. (1994). *Corrientes constructivistas*. Santa Fé de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

POPE, M. y SCOTT, M. (1988). "La epistemología y la práctica de los profesores". En : PORLAN R. et al. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla, España : Diada Editores.

PORLAN, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional: Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. España.

_____ (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza - aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

_____ (1998a). "Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 16, No. 1. pp. 175-185.

PORLAN, R. et al. (1988). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla, España: Diada Editores.

PORLAN, R.; AZCARATE, E; MARTÍN, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (1996). "Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos". En : *Investigación en la escuela*. No. 29. pp. 23-38.

PORLAN, R.; RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO R.; (1998b). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones". En : *Enseñanza de las ciencias*. Vol. 16, No. 2. pp. 271-288.

POZO, J. L; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M. y SANZ SERRANO, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Centro de publicaciones del MEC.

STENHOUSE, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata.