

# El problema de la desarticulación de conocimientos en la formación inicial de profesores de Química

## Resumen

En el artículo se plantea una de las problemáticas que afecta de manera importante la formación inicial de profesores de ciencias y, de manera particular, la formación inicial de profesores de química (FIPQ). Se trata de la desarticulación entre los conocimientos de la química y aquellos pertinentes al acto educativo –conocimiento pedagógico, psicológico, didáctico, epistemológico, sociológico–. Frente a ello se propone la implementación de estrategias de enseñanza que posibiliten la construcción y, a la vez, la integración del conocimiento de la química con otros conocimientos en el proceso de formación de profesores de química. Este conocimiento construido e integrado se denomina aquí Conocimiento Pedagógico del Contenido Químico (CPCQ).

**Palabras clave:** Desarticulación de conocimientos, conocimiento pedagógico del contenido químico, formación inicial de profesores.

Omar León Manchego\*  
Luis Enrique Salcedo Torres\*\*

\* Magíster en Docencia de la Química. Estudiante Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.  
Correo electrónico: omarleon@pedagogica.edu.co

\*\* PhD en Química. Profesor Programa Interinstitucional de Doctorado en Educación. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.  
Correo electrónico: salcedo@pedagogica.edu.co

Fecha de recepción: 15 de abril de 2009  
Fecha de aprobación: 26 de junio de 2009

## *The problem of the breaking up of knowledge in the initial formation of Chemistry teachers*

### Abstract

In this article, one of the problems that affects in an important way initial formation of Sciences teachers, but particularly Chemistry teachers, is set out. It is about the breaking up between Chemistry knowledge and those related to the educational act-pedagogic knowledge, psychological, didactics, epistemological, sociological-. Facing up to that, implementation of teaching strategies that make possible construction and at the same time, implementation of Chemistry knowledge to other ones in the process of formation of Chemistry teachers, are proposed. This knowledge, constructed and integrated, is called hereby: Pedagogic Knowledge of Chemistry Content (PKCC)

**Key words:** Breaking up of knowledge, pedagogic knowledge of chemistry content, initial formation of chemistry teachers.

## *O problema da desarticulação do conhecimento na formação inicial de professores de Química*

### Resumo

O artigo expõe uma das questões importantes que afetam a formação inicial de professores de ciências e, sobretudo, a formação inicial de professores de química: a disjunção entre o conhecimento da química e os que são relevantes para o ato educacional (conhecimento pedagógico, psicológico, didático, epistemológico, sociológico). Propõe-se aplicar estratégias de ensino que facilitem a construção e, ao mesmo tempo, a integração do conhecimento da química com outros conhecimentos no processo de formação de professores de química. Neste artigo, esse conhecimento construído e integrado se designa Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Químico (CPCQ).

**Palavras chave:** Desarticulação do conhecimento, conhecimento pedagógico do conteúdo químico, formação inicial de professores.

## Introducción

Las investigaciones recientes en didáctica de las ciencias se han centrado, de manera primordial, en el desempeño de los profesores en ejercicio y en la formación inicial, toda vez que la enseñanza se constituye en uno de los principales factores que influye en el aprendizaje de los estudiantes. En este contexto, las investigaciones señalan la desarticulación de conocimientos como una problemática relevante que requiere ser superada en el proceso formativo de los futuros profesores (Shulman, 1986; Furió y Gil, 1989; Galluzzo, 1990; Ball, 2000; Guisasola et al., 2001; Carrascosa, et. al., 2008). Para comenzar a superar esta problemática se considera importante que los profesores de química en formación inicial (PQFI) tengan la oportunidad de vivir estrategias de enseñanza diferentes a las de transmisión-asimilación de conocimientos, como las basadas en la investigación. De este modo se favorecería la participación activa en la reconstrucción (Vilches y Gil, 2008) y en la integración de conocimientos.

Se pretende que con los programas de formación docente se alcance la construcción y la integración de los conocimientos –químico, pedagógico, psicológico didáctico, epistemológico, sociológico– de tal manera que se supere la tendencia a estudiar los cursos de química separados de los demás cursos y a centrar la enseñanza en la transmisión de los contenidos de química o en la preparación psicopedagógica general.

Como la problemática descrita ha sido considerada relevante en la formación inicial de profesores de ciencias (Furió, 1994; Carrascosa et al, 2008) es preciso, para el caso de la FIPQ, favorecer la construcción de CPCQ a partir del diseño e implementación de estrategias de enseñanza construidas sobre la base de la construcción y la integración de los diversos conocimientos que constituyen el plan de estudios.

### La desarticulación entre conocimientos en la formación inicial de profesores de Química

El problema de la desarticulación de conocimientos en la FIPQ se halla asociado con el “modelo sumativo” (Furió, 1994) que se sigue en la mayoría de programas de formación docente y que ha sido objeto de críticas en las dos últimas décadas, pues no favorece una formación docente de calidad. En este modelo, la formación de los futuros profesores se asume como la simple suma de una formación química –cursos de química–, por una parte, y una formación psicopedagógica –cursos de pedagogía, didáctica, psicología, filosofía, sociología–, de otra parte.

Varios autores se han referido al problema de la desarticulación de conocimientos en la formación inicial de profesores. Shulman (1986) y Furió y Gil (1989) señalaban la existencia de dos mundos desconectados en donde, de un lado, los profesores adquieren los conocimientos básicos o del contenido a través de cursos disciplinares y, por otra parte, la formación psicopedagógica corresponde a cursos que toman en relación con la educación de manera general. Tal desarticulación de conocimientos se presenta tanto en programas de FIPQ que ofrecen de manera simultánea cursos de química y cursos de formación psicopedagógica –p.e., programa para la formación inicial de profesores de química de la UPN– como en aquellos programas en los cuales se

“La formación de los futuros profesores se asume como la simple suma de una formación química –cursos de química–, por una parte, y una formación psicopedagógica –cursos de pedagogía, didáctica, psicología, filosofía, sociología–, de otra parte”

ofrece primero los cursos de química y al final los cursos de formación psicopedagógica.

Para Calderhead (1986) y Penick y Yager (1988), uno de los principales problemas en la formación de los profesores no consiste tanto en desarrollar el conocimiento por parte de los alumnos en cada uno de los cursos que constituyen el proceso formativo sino en facilitar a los profesores en formación la integración de los conocimientos. Así, se ha considerado que la separación tradicional entre el conocimiento de la materia a enseñar y el conocimiento pedagógico ha sido una de las principales características de los programas de formación docente del último siglo (Galluzzo, 1990; Ball, 2000).

En otros estudios (McDermott, 1990; Shulman, 1992; Pesa y Cudmani, 1998) se señala la dificultad que tienen los profesores en formación o en ejercicio para integrar los conocimientos de la materia a enseñar con los conocimientos psicopedagógicos. Ante esta situación se ha planteado reiteradamente la necesidad de buscar la integración de los diversos conocimientos que conforman los programas de formación docente (Dumás-Carré et al., 1990; Furió, 1994, Carnicer, 1998; Pesa y Cudmani, 1999; Guisasola et al., 2001; Carrascosa, 2008).

Dentro de las propuestas relacionadas con la integración del conocimiento de la materia a enseñar y el conocimiento psicopedagógico, se puede destacar la del conocimiento pedagógico del contenido –CPC– (Shulman, 1987) y la de la didáctica de las ciencias y formación inicial del profesorado (Furió y Gil, 1989; Carrascosa, et. al., 2008). Shulman (1987) describe el CPC como “el conocimiento que va más allá del tema de la materia *per se* y que llega a la dimensión del conocimiento del tema para la enseñanza”. El CPC incluye las formas de representación, las analogías, las ilustraciones, los ejemplos, las explicaciones y las demostraciones; es decir, las formas de representar y formular el tema para hacerlo comprensible a otros. El CPC también incluye la comprensión de qué hace fácil o difícil el aprendizaje de tópicos específicos: las ideas previas y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes en relación con el tema de la materia. Según Shulman (1987), el CPC representa la mezcla –“amalgama”– del contenido de la materia de estudio y la pedagogía dentro de una comprensión de cómo temas particulares, problemas o situaciones se organizan, representan y adaptan a las capacidades de los estudiantes y se exponen para su enseñanza.

La propuesta de Shulman se ha construido, principalmente, a partir de estudios de caso con profesores en ejercicio y ha permitido establecer que el CPC se desarrolla progresivamente con la experiencia. Se desconoce la importancia del estudio del desarrollo del CPC en los procesos de formación inicial de los profesores. Para el caso de los profesores de química, el concepto de CPC de Shulman queda restringido, pues se concedería mayor importancia a la comprensión de los contenidos que a la vivencia de los procesos de construcción del conocimiento químico y a la orientación de la enseñanza consecuente con estos procesos. De acuerdo con Gil (1994), uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias se encuentra en el abismo existente entre las situaciones de

enseñanza-aprendizaje y la comprensión del modo como se construye el conocimiento científico. Desde este punto de vista, por ejemplo, en el CPC de un profesor de química quedaría excluido el desarrollo de habilidades necesarias para la vivencia de procesos de producción de conocimiento químico, esto es, para proponer hipótesis, identificar y manipular variables, diseñar y realizar experimentos, etc.

De otra parte, la didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado constituye una propuesta que concuerda con los progresos de la investigación didáctica para la formación docente: está a favor de aspectos como la importancia de hacer explícitas las finalidades de la enseñanza de las ciencias, la orientación del aprendizaje como un proceso de investigación dirigido y el estudio de los resultados de la investigación didáctica. No obstante, el problema de la desarticulación de conocimientos en los programas de formación docente no se resuelve debido a que el estudio de la didáctica de las ciencias al final del proceso formativo no supera el criticado modelo sumativo, en la medida que a la formación disciplinar le sigue la formación psicopedagógica general.

En general, para el caso de la FIPQ tales propuestas pueden calificarse de insuficientes pues se basan en el estudio del CPC de profesores en ejercicio, conceden mayor importancia a los contenidos conceptuales que a los contenidos procedimentales y proponen el estudio de cursos de didáctica al final del plan de estudios, en tanto que se supone de esta manera la integración espontánea de conocimientos. Frente a tal situación desde aquí se propone una enseñanza a partir de la resolución de problemas químicos para el desarrollo del CPCQ que implicaría la integración de los diversos conocimientos en el proceso de formación docente a medida que se estudian los cursos de química.

### **La construcción del Conocimiento Pedagógico del Contenido Químico**

Ante la necesidad de una adecuada formación de profesores de química para mejorar la calidad de la enseñanza se requiere que, más allá de la construcción de conocimientos conceptuales de química y del conocimiento de teorías generales acerca de la pedagogía, el futuro profesor construya conocimiento químico conceptual, procedimental y actitudinal y que lo integre con el conocimiento pedagógico, psicológico, didáctico, epistemológico y sociológico. Este conocimiento integrado se denominará aquí Conocimiento Pedagógico del Contenido Químico (CPCQ).

“Se requiere que, más allá de la construcción de conocimientos conceptuales de química y del conocimiento de teorías generales acerca de la pedagogía, el futuro profesor construya conocimiento químico conceptual, procedimental y actitudinal y que lo integre con el conocimiento pedagógico, psicológico, didáctico, epistemológico y sociológico”

“Un profesor de química cuando enseña un concepto químico no solo debería preocuparse por el aprendizaje del concepto por parte de sus estudiantes sino por el impacto que su enseñanza tendrá en la constitución de un sujeto autónomo, ético, crítico, democrático, político”

Con base en la naturaleza de la investigación química y de conformidad con los aportes derivados de investigaciones acerca del CPC, de la didáctica de las ciencias y de la formación inicial del profesorado se propone la inclusión en el CPCQ de los siguientes aspectos: las finalidades de la enseñanza de la química, las ideas previas y dificultades de aprendizaje de los estudiantes relacionadas con un determinado tópico de la química, los conceptos y los procedimientos de la química, las estrategias de enseñanza como las basadas en la resolución de problemas químicos y los criterios de evaluación en el contexto de la resolución de problemas.

### Finalidades de la enseñanza de la Química

La investigación química ha de contribuir a la solución de problemas relacionados con las sustancias químicas. No obstante, el campo específico y la naturaleza de los problemas planteados dependen de las creencias, las actitudes, las necesidades, los intereses y las políticas de los químicos que conforman los grupos de investigación.

La educación en química, por su parte, debe contribuir al proceso formativo de los jóvenes, esto es, al desarrollo de aquello que en el ser humano es posible de mejorar, por ejemplo, en el desarrollo de la creatividad, la crítica, la autonomía, la capacidad para resolver problemas, el trabajo colectivo, el ejercicio de la ciudadanía, el ser un profesional reconocido, el aportar a la solución de problemas en su entorno local y global, entre otros. Asimismo cada vez toma mayor importancia la idea de educación científica para la ciudadanía en contraposición a la tradicional educación propedéutica, entendida como la preparación requerida para continuar estudios específicos y el desarrollo de la conciencia por la preservación del ambiente. De acuerdo con Furió, et al. (2001) y Vilches y Gil (2008) a través de la enseñanza de la química se debería preparar a los futuros ciudadanos y, por supuesto, a los futuros científicos para que adquieran valores democráticos y conciencia de respeto y cuidado del medio en una educación orientada al desarrollo sostenible del planeta. A través de la enseñanza de la química se hace posible desarrollar habilidades propias del dominio afectivo como la capacidad de emitir juicios de valor, el respeto por las ideas de los demás, la capacidad para trabajar en grupo y, por lo tanto, la tolerancia y la convivencia social (Cárdenas, 1998).

De manera concreta, un profesor de química cuando enseña un concepto químico no solo debería preocuparse por el aprendizaje del concepto por parte de sus estudiantes sino por el impacto que su enseñanza tendrá en la constitución de un sujeto autónomo, ético, crí-

tico, democrático, político. Un todo que conforma una preparación con la cual se les permita participar colectivamente en la solución de los problemas a los cuales se enfrenta la sociedad de la que forman parte.

### Ideas previas y dificultades de aprendizaje

De la misma manera como los paradigmas de la química influyen y orientan los procesos para la construcción de nuevo conocimiento químico y, en especial, la identificación y la formulación de problemas y la emisión y la fundamentación de hipótesis, las ideas previas que tienen los alumnos influyen también de manera favorable o desfavorable en el proceso de aprendizaje.

Gil y Ramírez (1990) señalan que en la emisión de hipótesis los estudiantes regularmente expresan ideas “erróneas”. Sin embargo, tal situación, lejos de ser algo negativo, se constituye en una manera eficaz de hacer explícitas las ideas previas de los estudiantes.

El concepto de ideas previas constituido en línea de investigación didáctica se origina en la propuesta de Ausubel (1978) cuando plantea que el factor de mayor influencia en el aprendizaje lo constituye el conocimiento que el alumno ya posee. Por tanto, la tarea consiste en averiguar cuál es ese saber y enseñar de acuerdo con ello.

En general, las ideas previas y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes acerca del conocimiento químico se encuentran relacionadas con el significado que ellos dan a la realidad externa. Entre los estudiantes es común una visión realista ingenua; es decir, se tiende a pensar que cualquier “hecho real” consiste en la imagen directa que detectan nuestros sentidos (Pozo y Gómez, 1998). Para gran cantidad de estudiantes, la realidad del mundo natural concuerda con las percepciones sensoriales que quedan impresas directamente en la mente del sujeto, sin tener en cuenta que dichas percepciones dependen de lo que ya existe en ella (Johnstone et al., 1994). Se comprende



así que los estudiantes pongan en duda la materialidad de aquellos estados de la materia difícilmente perceptibles, como en el caso de los gases –no se ven, no se tocan, no “pesan”–.

De esta manera, gran parte de las generalizaciones erróneas que cometen los estudiantes parten de la aplicación de razonamientos basados en el sentido común (Driver, 1985; Pozo y Gómez, 1998; Viennot, 2001) en relación con el mundo natural al nivel microscópico de descripción de la materia. Es decir, para ellos el mundo de los átomos, moléculas, redes iónicas, etc., es el mismo mundo macroscópico de los materiales y las sustancias pero en diminuto. Según Talanquer (2004), existe la tendencia a trasladar las propiedades del mundo macroscópico a los modelos microscópicos –los átomos se expanden de la misma manera que un sólido se expande al calentarlo– y a dar realidad concreta a estos modelos –los enlaces químicos como pequeños tubos conectores que pueden romperse–. Los estudiantes no comprenden que existen distintos niveles de descripción de la materia en íntima relación: por una parte, el *nivel macroscópico* de las sustancias con sus propiedades y cambios y, por otra, *el nivel microscópico* de aquellas mismas sustancias que se modelan en química a partir de átomos, iones o moléculas. Con estas últimas entidades elementales, que cuentan con sus propias propiedades e interacciones, se intenta explicar de modo unitario la estructura de la materia y los cambios químicos observados en la naturaleza.

### **Construcción de conocimiento conceptual y procedimental de la química**

La construcción de conocimiento químico conceptual se relaciona con la construcción de conocimiento procedimental. Gil y Paya (1991) y De Pro Bueno (1998) señalan que los procesos no son independientes de los contenidos.

El cambio conceptual (Posner, Strike, Hewson y Gertzog, 1982) en química consiste en la modificación de las ideas previas de los alumnos para sustituir-

las por los conceptos aceptados por la comunidad de químicos. No obstante, como señala Gil y Guzman (1993), no es posible el cambio conceptual si no se encuentra asociado a un cambio metodológico que permita a los alumnos superar las formas de pensamiento “de sentido común” y abordar los problemas con una orientación científica.

El cambio procedimental o metodológico consiste en el conocimiento que se construye y se infiere a partir del desarrollo de habilidades para observar, medir, identificar problemas, emitir hipótesis, diseñar experimentos, organizar y analizar datos y socializar resultados. También se incluyen las habilidades para la adopción de procedimientos e instrumentos adecuados junto con los respectivos parámetros de seguridad, la capacidad para seleccionar los intervalos necesarios en una escala durante la realización de mediciones de una propiedad de la materia y el establecimiento de las variables a partir de las cuales se debe recoger información (Cárdenas, 1998).

### **Estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas químicos**

La estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas químicos puede constituirse en la oportunidad para construir conocimiento químico conceptual, procedimental y actitudinal en tanto que se posibilitan vivencias de procesos de producción de conocimiento químico. Para ello, se hace necesario transformar los contenidos químicos en situaciones problemáticas que generen interés y provean las condiciones de tal modo que los estudiantes, con la orientación del profesor, se impliquen en procesos de investigación.

En la fase inicial de la resolución de problemas químicos es importante la orientación adecuada del profesor en ejercicio para que el profesor en formación inicial se implique en la comprensión y en la solución del problema. Aparecen aquí dos momentos importantes en la investigación del estudiante. El primero corresponde al proceso de comprensión cualitativa de la situación problemática y al deseo por encontrar la solución; el otro, al proceso de solución de la situación planteada.

Que el estudiante comprenda la situación problemática y la haga suya se convierten en condiciones fundamentales para que se comprometa en su solución. Cuando se da tal situación, el estudiante se ve en la necesidad de activar sus conocimientos previos y si no le son suficientes solicitará o buscará la información pertinente. Si no existen conocimientos previos, o no son activados, para el alumno no habrá problema (Pozo, et. al., 1994). La comprensión de la situación problemática también se convierte en una ocasión importante para identificar conocimientos previos y dificultades de aprendizaje del estudiante, permitir

“La estrategia de enseñanza basada en la resolución de problemas químicos puede constituirse en la oportunidad para construir conocimiento químico conceptual, procedimental y actitudinal en tanto que se posibilitan vivencias de procesos de producción de conocimiento químico”

la generación de todas las preguntas posibles y poner en movimiento los modelos teóricos que sustentan la problemática en estudio. En esta ocasión se hace necesario que el estudiante, con base en sus teorías, pueda establecer las variables que influyen en la situación problemática planteada. Esto requiere que el estudiante recurra al uso de modelos relacionados con el fenómeno en estudio.

La comprensión de la situación problemática tiene un importante valor psicológico porque, en la medida que el estudiante la entienda, puede constituirse en un reto para que busque por sí mismo la solución o las soluciones posibles al problema planteado. Esta implicación afectiva se hace necesaria para que éste tome la decisión de recurrir a sus conceptos y métodos y pueda dar solución a la situación planteada. Aquí el problema propuesto por el profesor se convierte en problema para el estudiante. Sin esta condición de voluntad y deseo del estudiante, no será posible la implicación cognitiva del mismo en el proceso investigativo.

La emisión de hipótesis o de posibles respuestas al problema se convierte, de este modo, en la ocasión para que el estudiante presente sus puntos de vista; lo cual se convierte en un importante instrumento para expresar y contrastar las ideas previas. Las hipótesis focalizan y orientan la resolución del problema, indican los parámetros a tener en cuenta y los datos a registrar y, además, se convierten junto con el cuerpo de conocimientos en el soporte que les que permitirá analizar los resultados y el proceso de investigación.

La fase de resolución del problema corresponde al proceso mediante el cual el estudiante establece el camino o los posibles caminos para contrastar hipótesis y obtener así las mejores respuestas a la pregunta/problema objeto de estudio. Aquí se hace necesario establecer una metodología coherente con las bases teóricas para hallar la solución de una manera sistemática. Este proceso conduce en la mayoría de los casos a la necesidad de plantearse la realización de algún experimento que permita tener evidencia empírica de las hipótesis planteadas. Entonces, surge la necesidad de hacer uso del laboratorio, lo cual requiere una planeación que, en términos generales, implica: precisar las condiciones del experimento, identificar los materiales y/o los reactivos que se requieren, identificar –y, en ciertos casos, diseñar– los montajes, equipos o dispositivos tecnológicos que permitan obtener los datos experimentales.

El diseño y la realización del experimento se reconocen como un buen medio para que el estudiante desarrolle la creatividad, aspecto que queda marginado cuando las prácticas se plantean como la simple reproducción de técnicas ya conocidas. La necesidad de pensar en el diseño de procedimientos, montajes, dispositivos e instrumentos para recoger la información obliga al sujeto a producir esquemas, dibujos, gráficos, etc., que representen los diseños adecuados para el control de variables y el registro de datos.

El proceso de plantear el experimento como un camino de contrastación de hipótesis se completa con la ejecución del experimento mismo; es decir, con toda la actividad que implica el manejo de la tecnología para lograr el control de las variables y la obtención de resultados confiables y válidos que permitan posteriormente realizar los análisis correspondientes, derivar las conclusiones pertinentes y volver a las bases teóricas que sirvieron de partida al proceso investigativo.

Al culminar la investigación pueden surgir nuevas preguntas/problema que den inicio a otra investigación para ampliar o aplicar los conceptos vistos. Este proceso investigativo se ve enriquecido por los aportes de los estudiantes quienes, mediante las discusiones de sus resultados, van mejorando sus aprendizajes y la manera de comunicar sus pensamientos. La realización de informes, de resúmenes, de mapas conceptuales y su exposición contribuye a los procesos de socialización del trabajo realizado y permiten generar en el aula un ambiente de producción intelectual que favorece el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la química.

### **Criterios de evaluación en una enseñanza a partir de la resolución de problemas químicos**

Una evaluación coherente con la naturaleza de la estrategia de enseñanza con base en la resolución de problemas químicos requiere un seguimiento continuo para orientar e impulsar el proceso de construcción de conocimientos. Los profesores de química en formación inicial han de poder contrastar sus producciones con las de otros equipos y, por intermedio del profesor en ejercicio –director del proceso investigativo–, con la comunidad científica; y han de ver valorado su trabajo y recibir la ayuda necesaria para seguir avanzando o para rectificar si es necesario. Este tipo de evaluación formativa (Novak, 1982; Coll, 1987) coherente con las tareas de investigación química ha de formar parte de los procesos de enseñanza/aprendizaje de la química. Se trata de concebir y utilizar la evaluación como instrumento de aprendizaje que permita suministrar información adecuada a los alumnos y al propio profesor, con lo cual se contribuye a la mejora de la enseñanza.

## Conclusiones

Se ha planteado que la desarticulación de conocimientos se constituye en una problemática relevante y vigente en la formación inicial de profesores. En los programas de formación inicial de profesores de ciencias, y de química en particular, es necesario implementar estrategias didácticas en el proceso formativo que superen el transmisionismo centrado en los contenidos de química o de pedagogía, para que los futuros profesores puedan adaptar las estrategias aprendidas a la enseñanza de la química.

El futuro profesor debería construir CPCQ representado en la integración de los conocimientos químico, pedagógico, psicológico, didáctico, epistemológico, sociológico. En el CPCQ habrían de incluirse: las finalidades de la enseñanza

“Es necesario implementar estrategias didácticas en el proceso formativo que superen el transmisionismo centrado en los contenidos de química o de pedagogía, para que los futuros profesores puedan adaptar las estrategias aprendidas a la enseñanza de la química”

de la química, las ideas previas y las dificultades de aprendizaje, los conceptos y procedimientos de la química, las estrategias de enseñanza como las basadas en la resolución de problemas químicos y los criterios de evaluación.

Conviene diseñar e implementar estrategias de enseñanza que favorezcan el desarrollo de CPCQ durante el proceso formativo de los futuros profesores a medida que se estudian los cursos de química, para romper con la creencia de que los futuros profesores lograrán integrar espontáneamente los conocimientos que se estudian de manera aislada en los cursos de química por una parte y de pedagogía general por otra.

## Bibliografía

- AUSUBEL, D. (1978). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- BALL, D. (2000). *Bridging practices: intertwining content and pedagogy in teaching and learning to teach*, en *Journal of Teacher Education*, 51 (3), pp. 241-247
- CALDERHEAD, J. (1986). *La mejora de la práctica de la clase: aplicaciones de la investigación sobre la toma de decisiones en la formación del profesorado*. Actas del I Congreso Internacional sobre Pensamiento de los Profesores y Toma de Decisiones. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- CÁRDENAS, F. (1998). *Desarrollo y evaluación de los procesos de razonamiento complejo en ciencias*, en *Tecne, Episteme y Didaxis*, 3, pp. 53-68
- CARNICER, J. (1998). *El cambio didáctico en el profesorado de ciencias mediante tutorías en equipos cooperativos*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- CARRASCOSA, J.; MARTINEZ, J.; FURIO C. y GUIASOLA J. (2008) *¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria?*, en *Eureka*, 5(2), pp. 118-133.
- COLL, C. (1987). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Laia.
- DE PRO BUENO, A. (1998). *¿Se pueden enseñar los contenidos procedimentales en las clases de ciencias?* *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), pp. 21-40.
- DRIVER, R. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- DUMAS CARRE, A.; FURIO, C. y GARRET, R. (1990). *Formación inicial del profesorado en Francia, Inglaterra, Gales y España: análisis de la organización de los estudios y nuevas tendencias*, en *Enseñanza de las Ciencias*, 8 (3), pp. 274-281.
- FURIO, C. y D. GIL (1989). *La didáctica de las ciencias en la formación inicial del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados*, en *Enseñanza de las ciencias*, 7(3), pp. 257-265.
- FURIO, C. (1994). *Tendencias actuales en la formación del profesorado en ciencias*, en *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), pp. 188-199.
- FURIÓ, C.; VILCHES A.; GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). *Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria: ¿alfabetización científica o preparación propedéutica?*, en *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 365- 376.
- GALLUZZO, G. & CRAIG J. (1990). *«Evaluation of preservice teacher education programs»* en W. R. Houston (ed.) *Handbook of research on teacher education*, New York: Macmillan, pp. 599-616.
- GIL, D. y RAMÍREZ J. (1990). *La resolución de problemas de física y química como investigación en la enseñanza media: un instrumento de cambio metodológico*. [Tesis Doctoral] Universidad Autónoma de Barcelona.
- GIL, D. y PAYA J. (1991). *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química. Un análisis crítico y una propuesta fundamentada*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Valencia.
- GIL, D. y GUZMÁN M. (1993). *«Enseñanza de las ciencias y la matemática: tendencias e innovaciones»* en *OEI para la Educación, la Ciencia y la Cultura*, [en línea], disponible en: <http://www.campusoei.org/oeivirt/ciencias.htm/>

- GIL, D. (1994). «Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas» en *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), 154-164.
- GUISASOLA, J.; PINTOS, M. y SANTOS, T. (2001). «Formación continua del profesorado, investigación didáctica e innovación en enseñanza de las ciencias» en *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*. 41, 207-222.
- JOHNSTONE, A.; SLEET, J. & VIANNA, J. F. (1994). «An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in chemistry» en *Studies in higher education*, 19, 77-87.
- MCDERMOTT, L. C. (1990). «A perspective on teacher preparation in physics – other sciences: the need for special science courses for teachers» en *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- NOVAK, J. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universidad.
- PENICK, J. & YAGER R. (Nov-Dic, 1988). «Science teacher education: a program with a theoretical and pragmatic rationale» en *Journal of Teacher Education*, 59-64.
- PESA, M. y CUDMANI L. (1998). «La integración de saberes en la formación de formadores en ciencias» en Sánchez Jiménez, J. M., (Ed.). *Educación científica*. Alcalá de Henares: Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá.
- POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P. & GERTZOG, W. (1982). «Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change», en *Science education*, 66(2), 211-227.
- POZO, J.; PEREZ M.; J. DOMINGUEZ J.; GOMEZ M; y POSTIGO Y. (1994). *La solución de problemas*. España: Aula XXI, Santillana.
- POZO, J. y GOMEZ M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- SHULMAN, L. (1986). «Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching» en *Educational Researcher*, Vol.15, Núm. 2, 4-14.
- SHULMAN, L. (1987). *Knowledge and teaching: foundations of the new reform*, en *Harvard educational review*, 57(1), 1-22.
- SHULMAN, L. (1992). *Renewing the pedagogy of teacher education: the impact of subject-specific conceptions of teaching. Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo.
- TALANQUER, V. (2004). «Formación docente: ¿qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?» en *Educación Química*, 15(1), 52-58.
- VIENNOT, L. (2001). *Reasoning in physics: the part of common sense*. Dordrecht: kluwer Academic Press.
- VILCHES, A. y GIL D. (2008). «La sostenibilidad y el debate nuclear» en *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Vol. 5 (1), 94-99.



