

# Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión

Leidy Gabriela Ariza y Diana Lineth Parga\*

## ABSTRACT (Content knowledge didactic curriculum for teaching the combustion)

This paper describes the results of a study performed at the UPN in Bogota in 2008 and 2009, which marked the CDCC (teaching of curriculum content knowledge) to do a qualitative study of representative case of initial training teachers degree in chemistry and your mentor. CDCC is knowledge that emerges from the integration of psycho-pedagogical knowledge, the school context, history, epistemology and discipline of the field to teach. This proposal is aimed at highlighting the integration of these components as part of CDCC in the design of a teaching unit for combustion, starting with the construction and interpretation of historical-epistemological frames and educational curriculum for the teaching of chemistry.

**KEYWORDS:** combustion, cdcc, knowledge of history, epistemology, curriculum design, psycho-educational knowledge, knowledge of context and disciplinary knowledge

## Introducción

Es importante reconocer que el profesorado de química requiere, además del conocimiento disciplinar o conocimiento de la química, de conocimientos metadisciplinarios tales como el psicopedagógico, el histórico-epistemológico, y del contexto donde enseña, conocimientos que en su interacción permiten que emerja lo que Mora y Parga (2008) denominan Conocimiento Didáctico del Conocimiento Curricular en Química (CDCCQ).

Dentro de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias se reconoce que para que haya una mejor enseñanza, es importante que exista una interrelación, por parte del profesorado, de estos conocimientos metadisciplinarios pues son los que van a determinar su CDCC. A partir de este planteamiento se contempla el currículo como un sistema dinámico conformado en su estructura por los componentes del conocimiento histórico-epistemológico (CHE), que significa comprender qué y cómo ha cambiado el conocimiento químico; del conocimiento disciplinar del contenido (CdC), que es comprender la química por parte del profesorado; del conocimiento del contexto escolar (CcE), que es aprender a organizar el medio y de los conocimientos psicopedagógicos (CpP) o aprender a pensar en la materia, en este caso en la química, desde la perspectiva del estudiantado (Mora y Parga, 2008). Estos aspectos también los comparte Acevedo (2009), quien realiza una perspectiva teórica con respecto al CDC y a la naturaleza del conocimiento científico (NdC), dejando claro

que éste puede ayudar a dar respuestas a preguntas relacionadas con lo que necesita conocer y saber hacer un profesor para impartir conocimientos actualizados acerca de la NdC, así como para enseñar de manera coherente los puntos de vista contemporáneos sobre NdC; también destaca que se sabe poco de cómo conseguir este CDC y desarrollarlo para permitir que los profesores planifiquen, organicen y articulen sus temas a enseñar.

Para caracterizar el conocimiento didáctico del contenido curricular en química es importante tener en cuenta dos de sus componentes, el CHE y el CdC del profesorado, y determinar el valor e importancia que estos conocimientos tienen en el diseño curricular, así como determinar las concepciones que para el presente artículo se relacionan con la combustión, desde los modelos del flogisto y de la teoría del oxígeno, teorías que en la historia de la química son rivales de acuerdo con los planteamientos de Estany (1990), quien reemplaza el término Cambio Científico por dinámica científica, y donde los cambios experimentados por las teorías científicas son elementos de la tipología de un proceso complejo y dinámico en la evolución de la ciencia, que permiten observarla como un proceso continuo.

Tamayo (2005), nos muestra una relación entre el CPC o conocimiento pedagógico del contenido y la Naturaleza de la Ciencia, donde se observa la inclusión del conocimiento histórico-epistemológico (CHE) en la educación en ciencias como un conocimiento muy importante. Sin embargo, en los planteamientos de Mora y Parga (2007) se da la posibilidad de considerar el CHE y el CdC como fundamentales para diseñar tramas histórico-epistemológicas, las cuales son vistas como un estado intermedio del diseño curricular. Con estos componentes el profesorado podrá integrar mejor el CDCC al enseñar el concepto de combustión y con ésta articular la trama didáctica, que resulta de la interacción del CcE y del CpP, para el beneficio del diseño curricular.

\* Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

**Correos electrónicos:** leidygabriela@yahoo.es;  
dparga@pedagogica.edu.co

**Fecha de recepción:** 2 de agosto de 2010.

**Fecha de aceptación:** 5 de septiembre de 2010.

## Marco referencial

Para abordar la línea de investigación del CDC en profesores es necesario tener como antecedente el trabajo realizado por Shulman (2005), pues es quien inicialmente propone dentro del denominado conocimiento pedagógico del contenido (CPC), el llamado conocimiento didáctico, aunque lo propone como un conocimiento más que debe tener el profesorado, como uno de los siete saberes, pero no lo propone como un conocimiento que resulta de la integración de conocimiento como lo argumentan Mora y Parga (2007). Shulman plantea en sus investigaciones que para ubicar el conocimiento que se desarrolla en el pensamiento de los profesores, habría que distinguir tres tipos de conocimiento: a) el conocimiento del contenido temático de la materia, b) el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) “el tema de la materia para la enseñanza”, y c) el conocimiento curricular (Parga, Mora y Martínez, 2007).

Autores como Tamayo (2005), realizan una integración de los dominios de la naturaleza de la ciencia (no sólo del CHE y del CdC) y del CDC como marco teórico orientador para la educación en Ciencias; García y Garritz (2006), realizan una propuesta en donde se muestra una relación entre el CDC y el desarrollo de unidades didácticas. Adúriz-Bravo *et al.* (2001) y McComas (1998) han indagado sobre las ideas de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia, y la influencia de éstas, en el trabajo que realiza el profesorado en el salón de clase. Estos autores plantean que es posible encontrar correspondencia entre las ideas de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y sus concepciones acerca del conocimiento científico, el pedagógico y el curricular.

De esta forma, el contenido a enseñar no se reduce a trabajar las temáticas de la química sino que están centrados en la enseñabilidad de ésta. El profesor como profesional de sus actividades de diseño curricular es consciente que los contenidos de enseñanza no pueden ser los mismos contenidos elaborados por quienes producen el conocimiento científico, sino que requieren una transformación para ser enseñados (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007), teniendo en cuenta que el conocimiento que producen los científicos no es trabajado en el aula con la misma rigurosidad metodológica, ya que consiste en una integración didáctica (García-Díaz, 1998) donde confluyen además los contenidos conceptuales, metodológicos y actitudinales de la ciencia a enseñar, así como el conocimiento científico que conoce el profesor y el conocimiento cotidiano del estudiante que es identificado de sus concepciones alternativas.

De otro lado, como lo plantean Gil (1991), Gess-Newsome y Lederman (1999) y Vázquez, Jiménez y Mellado (2007) entre otros, los profesores no enseñan la materia a sus estudiantes tal como la conocen, se espera que éste construya a partir del Conocimiento Didáctico del Contenido que él posee teniendo en cuenta el aspecto pedagógico y la enseñabilidad. Por tal motivo, el diseño curricular de esta propuesta se estructura bajo una trama histórica-epistemológica y una trama didáctica acerca de la enseñanza de la combustión.

Una trama es una hipótesis de progresión y sus enunciados son explicaciones desde los sucesos dados frente a modelos teóricos marcados dentro de cambios evolutivos epistemológicamente, que de acuerdo con Martín del Pozo (1994) propone un sentido deseable sobre la evolución de conceptos, y pone en evidencia las relaciones con otros conceptos. Este autor señala los niveles sucesivos de formulación del concepto químico, una serie de enunciados intermediarios implícitos o explícitos para cada formulación, un conjunto de nociones constitutivas que deriva cambios entre lo intermedio y lo más amplio, teniendo en cuenta la diversidad conceptual. En un primer nivel se hallarían las formulaciones en que la descripción se lleva sobre la explicación, tener relación entre lo macroscópico y el nanoscópico; en un segundo nivel se reconoce cierta diversidad y se dan las explicaciones de los cambios, en términos de modificaciones, de desplazamientos, de transmutación. En un tercer nivel, se encuentran las relaciones establecidas entre lo nanoscópico y el macroscópico, y los cambios empiezan teniendo en cuenta las descripciones en término de interacciones.

Las tramas no apuntan sólo hacia una formación para el aprendizaje de contenidos científicos únicos y universales, sino que más bien están construidas con una intencionalidad didáctica que se dirigen a generar un proceso de integración y complejización. Se caracterizan por presentar los diferentes niveles en donde una característica fundamental es que no son rígidas y más bien se sustentan en principios procesuales y de flexibilidad tendiente a permitir cambios conceptuales lentos y/o revolucionarios (Martín del Pozo, 2001). Por lo anterior, la trama histórico-epistemológica (THE) se diseña a partir del análisis histórico-epistemológico desde la dinámica científica de Estany (1990) y desde el conocimiento disciplinar del contenido a enseñar. Esto significa comprender qué y cómo ha cambiado el conocimiento en torno al concepto de combustión y comprender el concepto químico o el conocimiento disciplinar sobre la combustión (Mora y Parga, 2008). A partir de ello se diseña la trama didáctica del contenido a enseñar, la cual se organiza como “hipótesis de progresión”, que son tramas que conforman programas de niveles de complejidad, muestran interrelación de los contenidos en conjunto y de forma evolutiva como aproximaciones sucesivas.

Los principios evolutivos tienen su traducción curricular en la elaboración de hipótesis relativas a la posible progresión de las ideas de los estudiantes en la construcción de su conocimiento, progresión que supone una visión relativa del conocimiento en la que para cada contenido concreto se reconocen diversos niveles de formulación posibles, de tal manera que se van construyendo los contenidos escolares mediante un proceso de aproximaciones y pasos sucesivos, que podrían darse a lo largo del proceso enseñanza y aprendizaje (Mora y Parga, 2007).

Las tramas didácticas de contenido relacionan el conocimiento del contexto escolar ¿Dónde se enseña? ¿A quién se enseña? y el conocimiento psicológico del aprendizaje de la química que significa aprender a pensar en la materia desde la perspectiva del estudiante (Mora y Parga, 2008).

## ¿Por qué enseñar el concepto de Combustión en la Educación Secundaria?

Investigaciones como la de Pozo, Gómez, Limón y Sanz (1991) evidencian que los estudiantes interpretan la materia de forma continua y estática frente a la visión dinámica de los modelos científicos, y conciben la materia tal como la perciben. Estas características de las problemáticas del aprendizaje de la química se reflejan porque para algunos estudiantes es difícil interpretar, organizar y describir los cambios químicos que suceden en la combustión de diversas sustancias. De igual manera, no reconocen ni dan explicaciones acordes a lo que sucede químicamente en el proceso para identificar los productos de diversas combustiones, porque consideran la combustión como un cambio físico, utilizando criterios de clasificación como lo observable, y no les es tan fácil la comprensión de este concepto como un cambio químico, debido a que se limitan a la visión macroscópica de la materia y no tienen en cuenta las interacciones atómico moleculares, y mucho menos energéticas.

Según Pozo, *et al.* (1991), el origen de estos problemas de aprendizaje se debe a que el estudiantado no tiene claro que la materia es discontinua y no utiliza argumentos que impliquen una combinación química del combustible con el oxígeno del aire. En consecuencia, no es claro para los estudiantes que en una reacción de combustión, los cambios producidos en el entorno del sistema provengan de la liberación de energía por parte de él, y cómo ésta proviene de la diferencia entre el contenido energético de reactivos y productos, debido al rompimiento de enlaces entre átomos y la formación de otros nuevos.

## Metodología

La investigación que se está presentando tuvo como pregunta central la siguiente: ¿Qué características tiene el conocimiento didáctico del contenido curricular (CDCC) del profesorado de química en formación inicial y titular, para diseñar una unidad didáctica relacionada con la combustión? Para su operacionalización se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Qué concepciones pone en práctica el profesorado en formación inicial y titular al diseñar una unidad didáctica para enseñar la combustión: estarán dentro de la teoría del flogisto o dentro de la teoría del oxígeno? ¿De qué manera la trama histórica-epistemológica y didáctica le permite al profesorado en formación inicial y titular analizar la evolución de la combustión desde la teoría del flogisto y la teoría del oxígeno, y a su vez, diseñar desde allí una unidad didáctica? ¿Cómo el profesorado en formación inicial y titular, logran articular los conocimientos sobre la combustión, con los conocimientos psicopedagógico, didácticos y del contexto escolar para diseñar una unidad didáctica?

La metodología usada fue de tipo cualitativo, en donde participaron ocho profesores en formación inicial (PFI) y un profesor en ejercicio (PE) tutor de la práctica docente de los PFI. Los ocho profesores en formación inicial son del programa de licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica

Nacional y su profesor titular de la práctica docente quien cuenta con 20 años de experiencia, es licenciado en Química y especialista en didáctica de las matemáticas.

Dentro de las dos fases de investigación hubo una primera de diagnóstico para indagar por el conocimiento disciplinar que tienen los profesores en formación inicial y titular acerca del contenido a enseñar (combustión), y por el conocimiento histórico-epistemológico, en el cual se determina si las concepciones del profesorado enseñaban el concepto de combustión desde el modelo flogistonista o desde la teoría del oxígeno, teniendo en cuenta el nivel electrónico. Se caracterizó el conocimiento psicopedagógico/didáctico y el conocimiento del contexto escolar. En la interacción de estos cuatro conocimientos se caracterizará el Conocimiento Didáctico del Contenido Curricular. En la segunda fase se hace el diseño, validación e implementación de la unidad didáctica para la enseñanza del concepto de combustión.

El diseño de la unidad didáctica se estructuró a partir de la Trama Histórica-Epistemológica y la Trama Didáctica en torno a la Combustión en Química, y significó la identificación de criterios de análisis en la evolución histórica de la combustión desde la teoría del Flogisto hacia la teoría del oxígeno de Lavoisier, desde un ámbito experimental y teórico a favor de la construcción del conocimiento científico, y de esta manera reflexionar sobre el aporte de este concepto en la química. Posteriormente se realizó el análisis y reflexión de las respuestas de los cuestionarios aplicados y se diseñó el currículo, teniendo en cuenta la participación de los profesores y la interpretación de ellos según la primera fase de la investigación.

Las técnicas e instrumentos usados fueron instrumentos de preguntas abiertas diseñados para caracterizar el CDCC, observaciones de clases, discusiones grupales entre los PFI y PE, análisis de documentos (propias de sus "diseños" para la enseñanza y de los libros de texto usados por ellos), entrevistas semiestructuradas y cuestionario tipo Likert para contrastar las concepciones de ciencia de los profesores.

Los supuestos de partida planteados son: los PFI y PE aún no han estructurado en forma integrada el CDCC; dan relevancia al conocimiento químico pero sin el soporte histórico/epistemológico, psicopedagógico y del contexto escolar. Por ello se considera que al ser el CDCC un conocimiento emergente e integrador se mejorará la enseñanza del concepto de combustión puesto que no se abordará de manera aislada, descontextualizada y sin sentido para él y el estudiantado. Es probable que enseñe el concepto de combustión como una mezcla de los dos modelos (flogistonista y desde la teoría del oxígeno) o sólo desde la teoría del oxígeno, o sin considerar estos modelos.

## Análisis de resultados

### Conocimiento Histórico Epistemológico (CHE)

En el análisis de la información obtenida a partir de los instrumentos tales como cuestionarios de pregunta abierta, observaciones de clase, discusiones grupales, entrevistas semiestructuradas, la revisión de material bibliográfico y los documentos

producidos por el profesorado, permitieron evidenciar que existe una desarticulación de los componentes del CDCC de los profesores en formación inicial y su titular cuando enseñan la combustión. Las razones de ello obedecen, entre otras al desconocimiento de los criterios histórico epistemológico de las teorías del oxígeno y del flogisto, lo cual se evidenció también en los libros de texto usados por ellos para la planeación de sus clases; esta desarticulación de los componentes del CDCC también está influenciada por las concepciones ingenuas de ciencia encontradas en ellos, las cuales son reflejadas en su trabajo de clase:

- El profesorado tiene concepciones variadas del concepto Combustión: manejan lo macroscópico desde la teoría del flogisto y para interpretar lo nanoscópico de la química que enseñan, utilizan una hibridación entre el flogisto y la teoría del oxígeno; el profesorado es consciente del predominio que le dan a esta última concepción; lo anterior, se debe a la influencia que tiene en ellos, los libros de texto que utilizan para diseñar y estructurar la enseñanza, libros de texto que tienen esa concepción híbrida entre el flogisto y la teoría del oxígeno.
- El profesorado presenta una concepción empiro-positivista de la ciencia; al dar explicaciones en la clase, lo hacen desde la Teoría del Oxígeno y desde allí argumentan los conceptos relacionados con la combustión, sin identificar el aporte de la teoría del flogisto a la evolución de este concepto; aunque el profesorado tiene en cuenta las teorías de Sthal, Priesley y Lavoisier no tienen claro la relación entre ellos, como se evidencia en la siguiente afirmación de uno de los profesores: "Primero realizaría un laboratorio con el vaso y una vela, y empezaría a hablar de la importancia del oxígeno en la combustión, y que sin él no se puede realizar la combustión". Se dejan de lado conceptos tales como procesos de óxido-reducción en diferentes procesos biológicos y químicos, cuerpos combustibles diferentes del oxígeno, comportamiento cuántico de las moléculas, todos estos aspectos a los que estas teorías hacen referencia al estudiar la combustión.
- Desde el trabajo experimental dan prioridad a la observación para interpretar la química de la combustión sólo desde lo macroscópico; esto no es claro en el profesorado, ya que inicialmente en los cuestionarios lo plantean desde lo nanoscópico, pero al momento de enseñar lo hacen desde lo macroscópico. La concepción de ciencia del profesor tutor está marcada por el realismo ingenuo, es decir que para él la materia es tal como la vemos (Pozo y Gómez, 1998), aunque no dejan de lado el realismo interpretativo, donde consideran que hay cosas que no podemos ver, pero que la química nos ayuda a interpretar cómo es realmente la materia y particularmente el fenómeno de la combustión (Pozo y Gómez, 1998). Este profesor tiene una marcada visión hacia un realismo ingenuo de la ciencia, donde la experimentación, la observación y la verdad del conocimiento científico es la realidad que puede dar explicación

a todo, argumentada a su vez por la rigidez y sistematización del mal llamado método científico. Se ignora las características de las situaciones y la ciencia interpretativa, argumentativa, problemática y contextualizada.

- Los profesores analizados consideran en su trabajo del aula, el conocimiento histórico-epistemológico como un conocimiento que es para repetir sucesos, para hacer interpretaciones en el aula pero sólo de los hechos anecdóticos, o bien es para recordar a los "personajes importantes" de la química; no consideran el conocimiento histórico epistemológico para diseñar y estructurar la enseñanza de la química de acuerdo con la complejidad de este conocimiento, ni para analizar e interpretar la evolución del concepto de combustión desde la articulación desde estas dos metadisciplinas; el profesorado reconoce la importancia de éstas pero no saben cómo relacionarla en su discurso ni en su diseño curricular.
- El trabajo realizado con los profesores en formación inicial y su tutor mostró que tienen una visión macroscópica de la combustión y que dicha concepción la limitan a unos pocos temas de química, así como lo demostró De Jong (1998) en su investigación.

#### Conocimiento disciplinar del Contenido (CdC)

Respecto al Conocimiento disciplinar del Contenido a enseñar (CdC) para comprender la química, los profesores analizados destacan que este conocimiento debe ser prioritario en el profesor de química. El saber académico del profesor y su relación con la enseñanza de la química, y lo que él considera importante que aprendan sus estudiantes de este saber, se identifica tanto en el material que utiliza, en el material que elabora y en lo que hace en sus clases. Al analizar las encuestas y las discusiones grupales, se destaca el interés del profesorado por este conocimiento (CdC) frente a los demás conocimientos propios del CdC. El profesorado da importancia al conocimiento sintáctico (procedimental) para comprender la ciencia, pero lo hacen desde una visión empiro-positivista, sobre todo cuando se trabaja en el laboratorio y en la resolución de problemas matemáticos o de lápiz y papel. Aunque en la construcción de la unidad didáctica se evidenció cambio en este predominio, se intentó trabajar en la interacción entre lo procedimental y lo sustantivo (declarativo) del conocimiento disciplinar a enseñar, para encontrar un equilibrio de éste y no limitarlo al diseño y al desarrollo curricular, buscando el uso de argumentaciones científicas que partieran de aspectos cotidianos del contexto escolar y que luego fueran interpretados desde la ciencia que está en continuo desarrollo.

#### Conocimiento psicopedagógico (CpP)

Cuando se analiza el Conocimiento Psicopedagógico (CpP) de los profesores analizados, se hace con la intención de ver si ellos han aprendido a pensar la química desde la perspectiva del estudiante y no sólo desde la perspectiva disciplinar; en este aspecto se identifica que ellos le dan la importancia a las ideas previas de las estudiantes, pero es preocupante ver que

en la clase, esto no se cumple; no se tienen en cuenta dichas concepciones para iniciar desde allí el diseño curricular y así ser consecuentes con la enseñanza. El profesorado no considera que el conocimiento sea construido socialmente; se basan en una enseñanza transmisora de información, como uno de los profesores lo planteó en uno de los instrumentos analizados “de qué sirve el conocimiento si no se sabe transmitir”; las observaciones de clase, las evaluaciones del aprendizaje que realizan y en el análisis de las guías o talleres que se diseñan, se manifiesta una enseñanza enciclopedista de la química.

Con respecto al conocimiento que tienen de la didáctica de las ciencias, el profesor titular no la reconoce como disciplinas, no considera que una de sus finalidades sea la enseñanza de la química; para él la didáctica es una simple estrategia, es la metodología que se usa para enseñar; caso contrario a lo que sucede con la mayoría de los profesores en formación inicial, que reconocen a la didáctica de la química como una disciplina emergente.

En cuanto al conocimiento que poseían los profesores al inicio del trabajo de investigación, tutor y profesores en formación inicial, frente al diseño de la unidad didáctica y sobre los criterios de diseño curricular, eran muy escasos, no consideraban los aspectos a los cuales todo diseño curricular debe responder: ¿Qué, cómo, para qué cuándo, por qué, a quién, dónde, enseñar y evaluar? Al realizar un trabajo continuo en la construcción de la trama histórico-epistemológicas, de la trama didáctica y de la unidad didáctica, se irá evidenciando la postura de cada uno de los profesores frente a manera con éstas logran integrar los componentes del CDCC.

### Conocimiento del Contexto Escolar (CCE)

Los profesores en formación inicial y su tutor no contemplan el Conocimiento del Contexto Escolar (CCE); existe un desconocimiento del contexto general de la institución donde se enseña. En los casos en que se conoce, se limita a la descripción del espacio físico dentro del aula, sin reconocer las problemáticas sociales que rodean a las estudiantes de esta institución, su entorno, entre otros; de igual forma, se limitan al aspecto socioeconómico de las estudiantes mas no a los posibles problemas familiares e individuales de carácter afectivo que se presentan en el aula; reconocen la procedencia de las estudiantes pero no son consecuentes con los otros aspectos que como profesores deben reconocer en el contexto escolar; también se encontró que hay desconocimiento de las políticas e ideologías propias de la institución, al menos los profesores en formación inicial resaltan el conocimiento que poseen de las políticas públicas en educación en el ámbito nacional, pero desconocen el enfoque pedagógico y didáctico de la institución donde están.

En el profesor titular se evidencia con respecto al CHE, CdC, CpP y al CCE que tiene una imagen de ciencia algorítmica y rígida; considera el CDC como un conocimiento necesario y deja de lado conocimientos importantes como el CCE y el CpP.

Los resultados obtenidos fueron mostrados a todos los pro-

fesores para su análisis; esto se hizo a través de discusiones grupales. Después, se trabajó con ellos, en los conceptos de tramas didácticas, las THE y unidad didáctica, con la intención de ir trabajando la manera de articular los CHE, CpP, CcE y CdC. Mediante las entrevistas y una encuesta final, el profesorado identifica cómo usar las tramas para la estructuración de un diseño curricular (unidad didáctica para la enseñanza de la combustión), sin dejar de lado los demás componentes del CDCC. El profesorado reconoce la importancia de integrar el CdC y el CpP pues considera que su articulación permitirá que el estudiantado pase de un conocimiento formal de la química a uno más abstracto. El profesorado analiza las THE y reconoce los cambios evolutivos que ha tenido en conocimiento químico, particularmente el relacionado con las dos teorías analizadas: la del flogisto y la del oxígeno. El profesorado reconoce una evolución progresiva del concepto de combustión y de esta forma, complejizar sus ideas desde las ideas del flogisto hacia las ideas de la teoría del oxígeno; de esta manera logran comprender que el desarrollo del conocimiento científico es dinámico.

Se encuentra que los profesores en formación inicial son más susceptibles al cambio didáctico que el profesor titular, ya que en las respuestas dadas, particularmente en las discusiones grupales, en sus clases y en el material elaborado por él, seguía mostrando una posición tradicional de la enseñanza de la química. Sin embargo, los profesores en formación inicial reconocen que ellos pueden y deben innovar e investigar para tener un mejor desempeño profesional, y que lo harán cuando no sientan la presión del “modelo de impregnación ambiental” centrado en el enciclopedismo que ha sido proyectado por su profesor titular.

### Conclusiones

Los profesores enseñan el concepto de combustión desde dos modelos teóricos; ellos son conscientes del mayor predominio de la teoría del oxígeno, ya que están influenciados por el material que utilizan para diseñar y estructurar su enseñanza, consideran lo macroscópico de la teoría del flogisto para interpretar lo nanoscópico de la química que enseñan.

Antes de estructurar la unidad didáctica, los profesores demostraron en sus procesos de pensamiento, producción y desarrollo de sus clases, una falta de integración de los conocimientos pedagógicos/didácticos, psicológicos y del contexto para diseñar una didáctica para la enseñanza de la combustión.

Luego del trabajo con las tramas histórico-epistemológica y didáctica se logró la articulación de los componentes que conforman el CDCC para diseñar la unidad didáctica; de otro lado, percibieron una ciencia más humana, contextualizada y construida, entre otros, por eventos sociales que hicieron parte de la construcción de las teorías rivales de la combustión, reconociendo la presencia de las preguntas que, en su momento, fueron orientadoras por los científicos de aquella época y que han sido fundamentales para la evolución teórica; esto es importante para el profesorado en el momento del

diseño curricular, porque identificaron preguntas que los científicos de la época se hicieron y las cuales podían ser similares a las preguntas de sus estudiantes; estos aspectos fueron tenidos en cuenta para plantear un modelo de enseñanza/aprendizaje desde la resolución de problemas.

Los profesores en formación inicial logran hacer una integración del CDCC al diseñar, de manera conjunta, la unidad didáctica para enseñar la combustión; comprenden que la profesionalización docente implica también hacer sus propios diseños curriculares y su evaluación, y están más dispuestos al cambio didáctico. Por el contrario, el profesor titular se mantiene en un tradicionalismo moderado y una visión empirio-inductivista de la ciencia. Los primeros evidencian la posibilidad de relacionar los conceptos químicos con el contexto social y cotidiano para construir una ciencia problemática, contextualizada e interpretativa.

## Referencias

- Adúriz, B., *et al.* Ideas on the nature of science in prospective teachers for early childhood education. In: *Memories 25<sup>th</sup> ATEE Annual Conference*. Barcelona, 2001.
- De Jong, O. Perspective and experienced chemistry teachers views on teaching combustion: a comparative study. *ASTER. Recherches En Didactique Des Sciences Experimentales. Science Teaching As Seen By Teachers*, 26, 45-59. 1998.
- Estany, A. *Modelos de cambio científico*. Barcelona-Madrid: Ed Crítica, 1990
- García Díaz, E. *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada Editora, 1998.
- García, A. y Garritz, A., Desarrollo de una unidad didáctica: en el estudio del enlace químico en el bachillerato, *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 11-124, 2006.
- Gess-Newsome J. y Lederman N., Examinando el Conocimiento Pedagógico del Contenido; su estructura y sus implicaciones para la educación científica. *Book Reviews*. Países Bajos, pp. 616-619, 1999.
- Gil, D. ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?, *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 69-77, 1991.
- Martin del Pozo, R. *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes del magisterio*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. España. 1994.
- Martín del Pozo, R. Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico, *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215, 2001.
- McComas, W., Clough, M., & Almazroa, H. The role and character of the nature of science. In: *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*, McComas, W.F. (ed.) Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Mora, W. M. y Parga, D. L. De las Tramas Histórico/Epistemológicas a las Tramas de Contexto/Aprendizaje: un marco en el CDCC en química orgánica. En: *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. No. 28, 54-74, 2008.
- Mora, W. M., y Parga, D. L. Tramas histórico-epistemológicas en la evolución de la teoría estructural en química orgánica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 100-118, 2007.
- Parga, D. L., Mora, W. M., y Martínez, L. El conocimiento didáctico del contenido como programa de investigación: un contexto para la enseñanza de la química. En *TED* (ed.), *Tercer Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias*, número extra. Comunicación oral No. 97. Bogotá, 2007.
- Pozo, J. Gómez, C. *Aprender y enseñar ciencias*. Ed. Morata. capítulos 2, 3, 4 y 5. Madrid, 1998.
- Pozo, J. Gómez, M. Limón, M y Sáenz, A. *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la Química*. CIDE. Madrid, 1991.
- Rueda, M. La investigación cualitativa en el conocimiento de la enseñanza a nivel universitario. En: M. Rueda, G. Delgado y J. Zardel (coords.), *El aula universitaria. Aproximaciones metodológicas*. México: CISE-UNAM, 237-247, 1994.
- Shulman, L. Conocimiento y enseñanza; fundamentos de la nueva reforma. *Revista de Currículo y Formación de Profesorado*, 9(2), 2005.
- Tamayo, A. O. y Orrego, C.A. Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el cambio conceptual de la educación en ciencias, *Revista Educación y Pedagogía*, 43, 12-25, 2005.
- Tamayo, O. E. Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso, 1-5, 2005.
- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V., El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad, *Rev. Eureka*, 4(3), 372-393, 2007.