

Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química

Rómulo Gallego Badillo
Royman Pérez Miranda
Ricardo Andrés Franco Moreno



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores



Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores



Catalogación en la fuente - Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional

Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química. / Rómulo Gallego Badillo ...[et.al.] .-- 1ª. ed. – Bogotá : Universidad Pedagógica Nacional; CIUP, 2014
145 p.

Incluye bibliografía 129 – 135 p.

ISBN: 978-958-8650-67-8 (Impreso)

ISBN: 978-958-8650-68-5 (Digital)

1. Formación profesional de maestros. 2. Ciencias - Enseñanza. 3. Química – Enseñanza. 4. Educación – Investigaciones. I. Pérez Miranda, Royman. II. Franco Moreno, Ricardo Andrés. III. Tít.

372.35 cd. 21 ed.

Transformación de las concepciones en la formación inicial de profesores de química

Rómulo Gallego Badillo
Royman Pérez Miranda
Ricardo Andrés Franco Moreno



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores



**Transformación de las concepciones en la
formación inicial de profesores de química**

© Universidad Pedagógica Nacional
ISBN: 978-958-8650-67-8 (Impreso)
ISBN: 978-958-8650-68-5 (Digital)
Primera edición, 2014

Autores:

Rómulo Gallego Badillo
Royman Pérez Miranda
Ricardo Andrés Franco Moreno

Hecho el depósito legal que ordena la Ley 44 de
1993 y decreto reglamentario 460 de 1995.

Fecha de evaluación: Julio 2013
Fecha de aprobación: Agosto 2013

**Prohibida la reproducción total o parcial sin
permiso escrito.**

Universidad Pedagógica Nacional

Juan Carlos Orozco Cruz
Rector

Edgar Alberto Mendoza Parada
Vicerrector Académico

Víctor Manuel Rodríguez Sarmiento
Vicerrector de Gestión Universitaria

Alfredo Olaya Toro
Director Centro de Investigaciones -CIUP-

Preparación Editorial
Universidad Pedagógica Nacional
Fondo Editorial
Calle 72 No. 11 - 86
Tel: (57 1)347 1190 - (57 1)594 1894
editorial@pedagogica.edu.co

Víctor Eligio Espinosa Galán
Coordinador Fondo Editorial

Maritza Ramírez Ramos
Editora

Yecid Muñoz Santamaría
Corrección de estilo

Juan Manuel Martínez Restrepo
Fotografía de portada

Lápiz Blanco S.A.S.
Diseño de carátula y diagramación
www.lapizblanco.com

John Alexander Cadavid Meza
Estudiante, apoyo editorial

Impreso y hecho en Colombia
JAVEGRAF
Bogotá, Colombia, 2013

Los Autores

Rómulo Gallego Badillo

Licenciado en Química y magíster en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Realizó estudios de doctorado en la Universidad Técnica de Viena. Profesor titular del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Autor de varios libros, entre ellos, cuatro son producto de investigaciones financiadas por el Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional y por COLCIENCIAS. Diversos artículos suyos circulan en revistas especializadas de carácter nacional e internacional. Ha dirigido investigaciones y orientado conferencias nacionales e internacionales centradas en las líneas de investigación de la formación inicial y permanente de profesores de ciencias y sobre las relaciones entre Historia, Epistemología y Didáctica de las Ciencias. Es fundador del grupo de Investigación Interinstitucional Representaciones y Conceptos Científicos – IREC.

Royman Pérez Miranda

Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Investigador en didáctica de las ciencias y profesor titular de esta área en la Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Conferencista de nivel nacional e internacional. Es cofundador del grupo de Investigación Interinstitucional Representaciones y Conceptos Científicos – IREC. Autor de varios libros y artículos que circulan en revistas especializadas.

Ricardo Andrés Franco Moreno

Licenciado en Química y magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor del Departamento de Química de esta Universidad. Ha participado como monitor, becario de COLCIENCIAS, coinvestigador y coordinador, en los últimos cuatro proyectos de investigación desarrollados por el grupo IREC,

respectivamente. En la actualidad lidera varias iniciativas sobre semilleros de investigación y estudios sociales de la ciencia y la tecnología en la enseñanza de las ciencias. Cursa estudios de doctorado en educación en la Universidad Pedagógica Nacional.

Tabla de contenido

Presentación	9
Capítulo I. Sobre la investigación	13
Capítulo 2. Aspectos conceptuales	17
Capítulo 3. Consideraciones metodológicas	55
Capítulo 4. Resultados, análisis y discusión	63
Consideraciones finales	127
Bibliografía	129
Anexos	137

Presentación

No puede iniciarse esta presentación, sin la más que necesaria alusión a nuestro amigo y compañero, el señor *Luis Iván Rincón Pabón*, quien en diciembre del pasado año ha partido para siempre, dejando una estela de aportes en la formación inicial y avanzada de profesores de ciencias. Como integrante del grupo de investigación Interinstitucional Representaciones y Conceptos Científicos (IREC), desempeñó un rol fundamental no solo en la asesoría, corrección de estilo, revisión de la coherencia sintáctica tanto de este documento como de muchas de las elaboraciones producto de los proyectos de investigación y de las comunicaciones presentadas en eventos académicos por parte de este colectivo, sino por su aporte al poner la mira en la necesidad de la formación de nuevas generaciones de profesores de ciencias comprometidos con un proyecto educativo de país centrado en la democracia, los valores, el pensamiento crítico y el respeto por el otro. En este sentido, para *Don Iván*, no serán suficientes los agradecimientos por invitarnos a acercarnos más a Ítaca.

En este libro se presentan tanto los fundamentos conceptuales y metodológicos como los resultados de la investigación “Evolución de las concepciones en profesores de química en formación inicial”, desarrollada durante los años 2011 y 2012 por el grupo de Investigación Interinstitucional Representaciones y Conceptos Científicos (IREC), con el apoyo y financiación del Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, Colombia (CIUP). El trabajo se desarrolló teniendo como fundamento varias perspectivas. En primer lugar, el convencimiento de que la formación de profesores de ciencias constituye un problema de investigación complejo; problema en el sentido de que para su formulación y praxis se halla afectado, desde afuera hacia adentro, por las decisiones políticas de los correspondientes organismos que deciden, con las asesorías de expertos sobre los rumbos que han de tomar los planes educativos y de qué manera han de ser adaptados a los intereses de los organismos internacionales de financiación y, supuestamente, a las organizacio-

nes que paralelamente han creado la empresa de los exámenes internacionales de certificación, cuyos objetivos, además de obedecer a la lógica conductista, siguen los principios de la reforma educativa inglesa de 1830.

En este contexto podría enclavarse todo el desconocimiento acerca de las investigaciones de los especialistas en la didáctica de las ciencias de la naturaleza, cuyos resultados suelen no ser acogidos por los docentes que forman a profesores de ciencias en programas académicos. Desde los estudios sociales de las ciencias, en lo que tiene que ver con la condición de países de la periferia, se es consciente de que la ciencia que se hace objeto de enseñanza es aquella reducida al nivel técnico, esto es, al entrenamiento en la aplicación de procedimientos de contrastación ya conocidos y estandarizados, de acuerdo con la disponibilidad y adquisición en el mercado de los instrumentos fabricados por sus casas productoras; instrumentos, que se hallan amparados por las respectivas patentes.

Por otro lado, existe el convencimiento de que cuando se enfrenta el problema de la formación inicial, continua y posgraduada de profesores de ciencias como transformación en las concepciones con las que ingresan al proceso, dicha transformación no puede limitarse al análisis de unos conceptos seleccionados y, ni siquiera, a los modelos científicos en los que adquieren esos conceptos sus significados. Esa transformación es una labor que no depende exclusivamente de la malla curricular, con la que y mediante la cual los formadores de formadores se imponen el compromiso de lograr esa transformación en las concepciones de profesores en formación inicial. Además, como ha sido demostrado por las investigaciones didácticas, es una meta que no siempre se logra satisfactoriamente. Se alude, por supuesto, a las concepciones acerca de las ciencias y de los modelos desde los cuales las respectivas comunidades científicas han admitido explicaciones acerca de los objetos de saber y de conocimiento.

Es preciso dejar sentado que esas concepciones de los profesores en formación inicial, no son representaciones simplistas derivadas de cualquier punto de vista que se tenga de esas ciencias, de sus modelos y de sus estructuras conceptuales y metodológicas. Por el contrario, son complejas, por cuanto están cruzadas por otras perspectivas de carácter cultural, social, político y económico y, para reiterarlo, por una tradición de valoración de la actividad científica y de quienes se ocupan de ella. La actividad de producción de conocimiento científico no es neutral, si se analiza desde la historia social de las ciencias.

Desde estos razonamientos, el grupo responsable del proyecto decidió formularlo acudiendo a las categorías: epistemológica, didáctica y pedagógica, de transformación de las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas de los profesores de química en formación inicial debidamente matriculados en el programa académico de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. En virtud del relativo gran tamaño de la población del programa, se acordó aplicar las pruebas diseñadas a los profesores de química en formación inicial, de primero, tercero y quinto semestres de 2011 y a los de tercero, quinto y séptimo semestres de 2012, al inicio de cada uno de estos años. Como puede colegirse, en el paso de 2011 a 2012, aquellos que estaban en primer semestre pasaron a cursar el tercero, los de tercero al quinto; y quienes se hallaban en quinto, al séptimo. Es en este transcurrir a lo largo de los respectivos currículos que se estudió el problema de la transformación de las estructuras señaladas.

Con miras a emitir un juicio sustentable acerca del cómo de esa transformación, se optó por el diseño y sometimiento a evaluación, por parte de tres pares académicos, de dos cuestionarios, una prueba tipo Likert y una prueba semántica de composición. Lo conceptuado por esos pares, después de un análisis crítico, condujo a los correspondientes rediseños. El primero, para auscultar las concepciones histórico-epistemológicas, didácticas y pedagógicas sobre ciencia y química; el segundo, centrado en el conocimiento de los programas de investigación que constituyen la didáctica de las ciencias como una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada. Con la prueba tipo Likert, se persiguió obtener información para allegar resultados que permitieran sustentar los análisis y las conclusiones acerca de las transformaciones en las concepciones.

En la búsqueda de confiabilidad de los resultados obtenidos con estos instrumentos, se hizo una comparación entre los resultados obtenidos con cada uno de los cuestionarios resueltos por los profesores en formación inicial y las respectivas opciones asumidas en las afirmaciones de la prueba tipo Likert, de primer semestre de 2011 y tercer semestre de 2012; por los de tercer semestre de 2011 y quinto semestre de 2012 y por los de quinto semestre de 2011 y séptimo semestre de 2012. Dado el tamaño relativo de los participantes que cursaban los semestres primero y tercero, y tercero y quinto de los años 2011 y 2012, se decidió analizar solo aquellos profesores

en formación inicial cuyos códigos de identificación como estudiantes eran impares. Para los del quinto de 2011 y séptimo de 2012, en tanto que no era una población numerosa, se incluyeron todos.

Dentro de la misma perspectiva, para acopiar una mayor información, se decidió que los profesores en formación inicial redactaran una composición con base en los conceptos consignados en el primer cuestionario (ver anexos). Para tal efecto, se les solicitó que la elaboraran siguiendo el sentido que les atribuían a esos conceptos y desde la lógica que consideraran pertinente. Cada composición se trianguló con los resultados obtenidos con el cuestionario número uno. En la perspectiva de síntesis, se seleccionaron algunos conceptos considerados centrales; ello permitió emitir un juicio admisible acerca de la transformación discursiva experimentada por cada uno de los profesores en formación inicial, en su paso de los semestres académicos primero a tercero, tercero a quinto y quinto a séptimo en los años 2011 y 2012.

Se resalta que en la realización de este proyecto participaron, en primer lugar, las profesoras en formación inicial Diana Marcela Díaz Salcedo y Natalia García Ramírez, quienes, como monitoras de investigación, se encargaron de apoyar la aplicación de las pruebas, la tabulación de los resultados y la participación en el análisis de estos.

Se destaca también el trabajo de las profesoras Johana Pardo y Milena Alcócer, quienes adelantaron su tesis intitulada: *Estudio de las concepciones de ciencia, química, enseñanza y aprendizaje de profesores de ciencias en formación inicial*, con la que obtuvieron sus respectivos títulos de Magíster en Docencia de la Química. Estas dos profesoras también presentaron una ponencia basada en resultados parciales, en el Quinto Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, celebrado en Bogotá en 2011. Igualmente, el Profesor Ricardo Andrés Franco y las monitoras Diana Marcela Díaz y Natalia García elaboraron una ponencia basada en los resultados parciales del proyecto, que presentaron en el III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente, celebrado en Bogotá en el primer semestre de 2012.

Los investigadores.

Capítulo I.

Sobre la investigación

Los responsables del presente proyecto eligieron este campo de investigación, dentro de los de igual significación en la didáctica de las ciencias, en razón de que conocer sistemáticamente cómo se está procediendo en la formación inicial y continua de profesores de ciencias en general, y de química en particular, posibilita emitir un juicio acerca de cuál es la versión de ciencia y de química que se está socializando, primero, entre los profesores en formación inicial para este caso específico y, segundo, porque la información recolectada y analizada permite también estipular la que se estaría llevando a las aulas en los niveles de educación básica y media; y con ello, la calidad de la alfabetización científica y tecnológica que se logra entre la población estudiantil de los niveles referidos.

En el mismo orden de ideas, porque, si bien para propósitos analíticos cada uno de los campos de investigación en la didáctica de las ciencias es distinto, hay que señalar que en el de la formación inicial se conjugan todos los otros, como son el de las concepciones histórico-epistemológicas, didácticas y pedagógicas de quienes optan por desempeñarse profesionalmente en este ámbito de praxis social. De igual manera, el de las relaciones enseñanza-aprendizaje, en el que se pueden evidenciar los diferentes paradigmas sobre la enseñanza de las ciencias, como también, y en consonancia, las correspondientes conceptualizaciones acerca del aprendizaje de las ciencias y de la química.

De hecho, el empleo predominante de los textos didácticos y, por tanto, el campo del problema de la confiabilidad de dichos textos y, en esta dirección, las razones por las cuales en la formación inicial y continua de profesores de ciencias los “originales” en los cuales se publicaron, en las revistas especializadas, los modelos científicos y que fueron admitidos, trabajados, transformados y sustituidos por las respectivas

comunidades de especialistas, no se contemplan, por lo general, como objeto de discusión en el aula. Además, las relaciones entre historia, epistemología y didáctica de las ciencias, y de la química en especial.

En relación con la importancia, esta se explicita en los siguientes grandes ámbitos:

Didáctica. Se trata de aportar al campo general de la formación inicial de profesores de ciencias y, específicamente, al de la de profesores de química. Esto se lograría con la recolección y análisis de los datos obtenidos con los instrumentos que para tal efecto se diseñaron. Se buscó igualmente demostrar que esa formación inicial resulta compleja, cuando la evolución y cambio de las concepciones iniciales con las que ingresan al proceso es la intencionalidad de los respectivos proyectos curriculares; evolución y cambio de las concepciones histórico-epistemológicas, didácticas y pedagógicas acerca de las ciencias en general, de la química en particular y de aquello que significa ser profesor en esta disciplina académica. El aporte podría ser poco significativo, si no se divulgan los resultados a través de seminarios especialmente organizados para dicho propósito, a través de ponencias en congresos de relevancia y mediante la publicación de la memoria de investigación y la redacción de un artículo para ser sometido a evaluación por parte del comité editorial de una revista especializada e indexada, de circulación internacional.

Pedagógica. Apuntó a seguir convocando a la comunidad de especialistas a salir de un discurso general, para discutir temáticas que tienen que ver con aquello que se quiere significar con una pedagogía de las ciencias de la naturaleza y de la química, puesto que los pedagogos se ocupan de estudiar la educación como un fenómeno cultural, social, político y económico y que este fenómeno se manifiesta a través de una “educación natural” que ejercen en primer lugar la familia próxima de las nuevas generaciones, las interacciones entre los individuos de una comunidad y, en la actualidad, los medios de comunicación masiva, incluidas las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La “educación artificial” o “curricularizada”, que es aquella que obedece estrechamente al proyecto político o de sociedad que una nación libremente ha decidido darse. Es esta educación la que exige la formación de profesores en general y de ciencias en particular, en virtud de que se trabajan en las aulas de las instituciones educativas las ciencias de los científicos convertidas en ciencias escolares mediante el proceso de transposición o recontextualización didáctica.

En este sentido, es menester que la comunidad de especialistas y, sobre todo, quienes forman inicialmente a los profesores de química se pregunten y discutan los alcances rigurosos de las preguntas que indagan por ¿qué se quiere significar con educación en química?, ¿en qué radica lo educativo de la química? y ¿hasta dónde en esos programas de formación inicial se aboca el problema de la educabilidad que se pretende con hacer de la química un objeto de enseñanza para la población en general? Esta última ligada a la necesidad de una alfabetización científica y tecnológica básica, como un derecho ciudadano frente al avasallamiento de la publicidad que crea necesidades no sentidas y que induce a la adquisición no reflexionada de los productos de las investigaciones científico-tecnológicas, convertidos en mercancía. La lógica del capitalismo.

Económica y política. Hace referencia a la especificidad del contexto histórico y político de las instituciones educativas en las que se adelantan los compromisos contractuales de los profesores, en general, de ciencias y, en este proyecto, de química. De hecho, en los años ochenta se determinó que las universidades deberían tener entre sus misiones la investigación, en principio cualquiera fuera la concepción que al respecto se tuviera, por supuesto, por fuera de una concepción de actividad científica traducida en publicaciones de artículos, incluso en revistas de circulación restringida, pero revistas cuyos evaluadores, con las correcciones sugeridas, se publicaron.

Al respecto se sabe que los profesores formadores de profesores en formación inicial de química han elaborado concepciones acerca de la ciencia en general y de la química en particular sobre su relación con las tecnologías y la construcción histórica de esta última. Los primeros imparten su docencia desde estas concepciones, mientras que los segundos se aproximan cognoscitivamente a la química que se hace objeto de enseñanza, siguiendo las elaboraciones de sus profesores. Lo que idealmente se espera es que en la medida en que estos profesores en formación inicial avancen en ese proceso de aproximación cognoscitiva, sus concepciones vayan evolucionando y transformándose de acuerdo con las propuestas histórico-epistemológicas y didácticas de finales del siglo XX y lo que va corrido del XXI. En consecuencia, son esas concepciones de los docentes de los programas académicos para la formación inicial de profesores las que delimitan, en el presente proyecto, el objeto de investigación y conocimiento.

En lo tocante a las intencionalidades de la investigación, con este proyecto los responsables persiguieron contribuir y consolidar los resultados de las investigaciones que han desarrollado desde finales del siglo pasado hasta 1999. En este sentido, se intenta completar una especie de mapa de carácter histórico-epistemológico al respecto, cuya iniciación data, como se anotó, de 1999, muchos de cuyos resultados han sido recogidos en memorias de investigación y en algunos artículos publicados en revistas especializadas de la comunidad de investigadores en este campo.

Es por ello que con este proyecto se propuso indagar acerca de las concepciones de ciencia en general, de química en particular y de historia elaborada por los profesores en formación inicial de química y de ciencias naturales de los programas académicos seleccionados. De la misma manera, las transformaciones de estas concepciones, en la medida en que esa formación se sucede con el paso de un semestre académico a otro de las respectivas mallas curriculares. En lo específico, se proyectó:

- Identificar y caracterizar las concepciones de ciencia, de química y de historia de las ciencias que se discuten entre las comunidades de especialistas.
- Precisar cuáles son esas concepciones entre profesores en formación inicial debidamente matriculados en esos programas académicos.
- Determinar cuál es la concepción de didáctica y de pedagogía de las ciencias en general, y de la química en particular, que esos profesores construyen a lo largo de su formación.
- Determinar las transformaciones que logran en dichas concepciones, cuando esos profesores en formación inicial pasan de un semestre académico a otro dentro de cada proyecto curricular.
- Vincular a profesores en formación avanzada del programa de Maestría en Docencia de la Química, para que adelanten sus tesis dentro de este proyecto. En el mismo sentido, contribuir a la formación investigativa de profesores en formación inicial, como monitores del proyecto, para que se adentren en la actividad investigativa.
- Socializar los resultados obtenidos a través de ponencias en certámenes especializados, la elaboración y publicación de una memoria de investigación y, por lo menos, un artículo que se someterá a evaluación en una revista especializada e indexada.

Capítulo 2.

Aspectos conceptuales

Se detallan los aspectos que tienen que ver con este apartado. Se entra con una presentación del estado del arte o la revisión de los antecedentes en los que se fundamentó la redacción y presentación del presente proyecto de investigación; se continúa con una disertación sobre lo histórico-epistemológico; se hace un análisis del estatuto científico de la química y se examina la historia social o externalista de esta disciplina.

Sobre el estado del arte

La concepción de ciencias de profesores y estudiantes de ciencias es quizás uno de los primeros campos de investigación formulados por los especialistas en didáctica de las ciencias durante la década de los setenta del siglo pasado (Gallego Arrufat, 1991; Lederman, 1992). Siguiendo este interés, el grupo de investigación Representaciones y Conceptos Científicos (IREC), adelantó una investigación en esta dirección (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2001). Luego, el objeto de trabajo se desplazó hacia el problema de la formación inicial de profesores de ciencias en Colombia (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego, 2004; Gallego Badillo, Pérez Miranda, Torres de Gallego y Amador Rodríguez, 2004). Este mismo interés condujo a hacer objeto de investigación el papel que desempeñaban las “prácticas docentes” en la formación inicial de los profesores de ciencias en Colombia (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego, 2006). Anótese, igualmente, los proyectos de investigación adelantados durante 2002 y 2003, en los que se enfrentó el reto de enseñar química en los grados décimo y undécimo de educación media (Pérez Miranda et ál., 2004). Esa enseñanza de la química dentro de la categoría de modelo científico ha sido igualmente objeto de investigación en la orientación de tesis de maestría (Pérez Miranda, Gallego Badillo y Garay Garay, 2006; Amador Rodríguez, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2008).

De la misma manera y desde una aproximación histórica, se adelantó una investigación sobre la formación de profesores de ciencias en la Escuela Normal Superior de Colombia (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Rincón Pabón, 2008). Este recorrido investigativo se completó, desde la historia social de la educación en ciencias en Colombia a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, durante los años 2008 y 2009, que fue patrocinado por Colciencias y en el que se contó con la participación activa del señor Luis Iván Rincón Pabón y un estudiante de pregrado, el hoy profesor Ricardo Franco (Gallego Badillo, Gallego Torres, Figueroa Molina y Pérez Miranda, 2010).

En relación con la didáctica de la química, en el grupo IREC se ha hecho objeto de investigación en la orientación de tesis dentro del programa de Maestría en Docencia de la Química, desde una perspectiva histórica, epistemológica y didáctica, el problema de la confiabilidad de los textos para la enseñanza de esta ciencia (Camacho González, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2007; Cuellar Fernández, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2008; Herreño Chaves, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2010), para solo mencionar algunas de ellas.

Por otro lado, las aproximaciones histórico-epistemológicas acerca de la química, han sido objeto de reconstrucciones por el grupo IREC (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego, 1995). En este orden de ideas es preciso mencionar el análisis acerca de la evolución, el cambio y el abandono del modelo icónico para el átomo (Gallego Badillo et ál., 2006). Siguiendo esta intencionalidad epistemológica, el estudio, también histórico-epistemológico, de las llamadas leyes ponderales de la química (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Gallego Torres, 2009). Además, desde la propuesta de los investigadores sociales de las ciencias (Bowler y Morus, 2007; Sánchez, 2009; Vessuri, 1992; Restivo, 1992), el grupo ha estudiado el papel que los textos de enseñanza desempeñaron en la institucionalización social de la actividad emprendida por los químicos (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2009).

Después de los cambios introducidos por las nuevas propuestas histórico-epistemológicas y didácticas de finales del siglo XX y comienzos del XXI, quienes formulan el presente proyecto de investigación, con base en los trabajos adelantados y relacionados específicamente en las revistas especializadas de la década de los noventa del siglo XX, es indispensable volver a preguntar a partir de qué versión de ciencia y de química se están formando inicialmente los profesores que la socializarán entre la población estudiantil. Lo anterior con base en lo sostenido en el marco conceptual, en

el sentido de que las concepciones de ciencia y de química cambiaron. Por tanto, se sostiene que una investigación actual en torno a las concepciones acerca de la ciencia, de la química y de su enseñanza es necesaria y novedosa, dentro de una mirada para la cual las versiones fueron transformadas definitivamente y los presupuestos en los que se basaron los trabajos de la época de los ochenta y los noventa del siglo pasado, sobre las concepciones de profesores y estudiantes de ciencias no son en la actualidad los mismos.

V. Mellado y D. Carracedo (1993), afirman que los modelos didácticos adoptados en la enseñanza de las ciencias tienen su raíz en concepciones filosóficas de la ciencia. De esta manera, la comprensión de la enseñanza como transmisión de conocimientos, generalmente, está asociada a concepciones positivistas o empiristas de la ciencia. En consecuencia, la enseñanza adquiere el carácter de un entrenamiento para un proceso de descubrimiento autónomo de la verdad a partir de la aplicación del método científico. Las concepciones constructivistas de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, su evolución y las revoluciones científicas, asociadas a las concepciones filosóficas sobre la ciencia de R. Laudan (2005) y S. Toulmin (1977), consideran que la enseñanza debe partir de reconocer que el estudiante construye de forma activa su propio conocimiento, desde su conocimiento anterior, en el contexto en el que se desenvuelve.

En una investigación realizada sobre concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas con profesores-estudiantes de posgrado, los profesores investigadores R. Gallego y R. Pérez (1999) encontraron que después de realizados los estudios predominan las posiciones eclécticas, y presentaron más adelante (2002) resultados que no permiten señalar el predominio de una determinada concepción e insisten en la poca importancia que se concede a la perspectiva epistemológica desde la cual se forman los profesores de ciencias en el país. Autores como C. Clark y P. Peterson (1989), afirman que los procesos de pensamiento de los maestros influyen sustancialmente en su conducta e incluso la determinan. Sostienen, además, que para muchos autores estas concepciones “actúan como un filtro que regula los modos de enseñar y las decisiones que toman los profesores”; es decir, las opciones que adoptan respecto al contenido, los métodos, los recursos, las interacciones educativas en el aula y las modalidades de evaluación.

En una revisión sobre el estado del arte de la investigación en educación y pedagogía, C. Hernández (2001) referencia el estudio de D. Duit y R. Treagus (1998), quienes encontraron que entre los aspectos que influyen en el aprendizaje de las ciencias figuran las concepciones de los maestros y de los alumnos sobre lo que es la ciencia y lo que son los contenidos científicos. Se han ocupado de esta relación, en contextos y niveles diferentes, Lederman (1986); Lederman y Zeidler (1987); Brickhouse (1990); Benson (1989), Tobin y Espinet (1989); Gallagher (1991); Paixao y Cachapuz (1992), entre otros.

Los resultados de la investigación realizada por N. W. Brickhouse (1990), acerca de las creencias sobre la naturaleza de la ciencia y su relación con la práctica en el aula, indicaron que las concepciones de los profesores sobre cómo se construye el conocimiento científico son consistentes con sus creencias sobre cómo los estudiantes aprenden ciencia. Uno de los profesores estudiados tenía concepciones positivistas-empiristas, lo cual se reflejaba en el aula en una separación real en el aprendizaje de los estudiantes, los procesos y los productos de la ciencia; los procesos los aprendían en el laboratorio aplicando el método científico y los productos (hechos, teorías), en el aula a través del libro de texto y la explicación del profesor.

El trabajo adelantado por Pope y Scott (1997) con educadores, facilitó evidenciar asociadas visiones empiro-positivistas de la ciencia con una visión absolutista de la verdad y del conocimiento. En estos casos se determinó que en el contenido del currículo y en la forma de enseñar se hacía manifiesta la poca atención prestada a las concepciones de los estudiantes y a su participación activa en el proceso. Según los estudios de Ascanio, Añez y Pérez (2001), se sostiene que en la actualidad han cobrado gran relevancia las concepciones de los docentes, ya que en su acción pedagógica se reflejan las representaciones consolidadas a lo largo de su experiencia pedagógica, social y personal. La visión particular que sobre la ciencia y el proceso de enseñanza-aprendizaje tenga el docente puede influir directamente no solo en lo que se enseña sino en cómo se enseña.

Las diferentes investigaciones realizadas por L. Reyes, L. Salcedo y A. Perafán (1999), acerca de las creencias de los profesores de ciencias sobre la naturaleza de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje sustentan el siguiente planteamiento: las creencias son conocimientos que orientan acciones. El conocimiento es una de esas creencias, válida en tanto se la acepta como conocimiento. Tales creencias, además, están vinculadas

esencialmente a la cultura personal del maestro o de los estudiantes y, naturalmente, dependen de los contextos culturales y sociales a los cuales pertenecen los sujetos (Hernández, 2001).

En el estudio de caso sobre las creencias acerca de la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de profesores de química, encontraron que para uno de ellos, que entendía el conocimiento científico como terminado e inmodificable, la enseñanza tenía como tarea la transmisión exacta de dicho conocimiento a los estudiantes, pues creía que existe un conocimiento verdadero que constituye el referente para la elaboración de preguntas y respuestas por parte de los estudiantes.

A diferencia de los resultados de los anteriores estudios, otros sostienen que no puede afirmarse categóricamente que exista una necesaria y evidente correspondencia entre las concepciones de los profesores y sus prácticas pedagógicas. Tobin y McRobbie (1997) encontraron, entre maestros de química de educación secundaria, que a pesar de pensar que la ciencia cambia y no es absolutamente cierta, el profesor considera que el estudiante debe memorizar hechos para poder llegar a su comprensión, lo cual pone al estudiante en actitud pasiva frente al conocimiento.

Porlán (1998) encontró en sus investigaciones que muchos profesores que mostraban alguna tendencia empirista en su concepción de ciencia abordan sus clases de una manera más vinculada con una visión racionalista. Según él, corresponde a la didáctica de las ciencias “describir y analizar los problemas más significativos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias”; problema que en sus desarrollos más recientes, como lo señala C. Furió (1996), está siendo abordado desde la perspectiva del profesor: indagando sobre lo que este piensa y hace, constituyendo una línea de investigación que se orienta a descifrar las claves del ejercicio y desarrollo profesional de los profesores.

Sobre lo histórico y lo epistemológico

El siglo XX entra con una sola ciencia, la física. Dos concepciones epistemológicas. Por un lado, la positivista, formulada por A. Comte (1884), entre los años treinta y cuarenta del siglo XIX y fundada en la lógica inductiva. Con base en esta concepción se concibe el método científico. Por otro, la determinista, elaborada por P. S. de Laplace, en el siglo XVIII. I. Newton, desde la mirada euclidiana y con base en el mecanicismo de R. Descartes, le impone a los físicos una metodología para la construcción y escritura de

las teorías; definiciones, postulados, demostraciones y corolarios (Assis, 1998). Desde esta perspectiva, cualquier propuesta que no contemple esta metodología, no puede ser catalogada como científica. Por tanto, la física se constituyó como principio de lo que es una ciencia.

Entre 1905 y 1927, en el seno de esta ciencia se produce lo que algunos consideran una “revolución científica”, dado que en 1905 se publican los tres famosos artículos de A. Einstein, y en 1926 y 1927, los artículos de W. Heisenberg sobre la mecánica cuántica de matrices y de E. Schrödinger acerca de la mecánica cuántica ondulatoria, respectivamente (Bowler y Morus, 2007), hasta el punto de que la concepción de ciencia que venía desde mediados del siglo XVIII entra en crisis. También el determinismo. Primero, con la teoría general de la relatividad y, segundo, con la formulación de la mecánica cuántica de matrices y el principio de incertidumbre, debido a W. Heisenberg, y con la mecánica cuántica ondulatoria de E. Schrödinger. En especial la conocida interpretación del grupo de Copenhague, dirigido por N. Bohr, en la que el cuadrado de la función de onda es el que tiene significado físico: la probabilidad de encontrar una partícula en el rango comprendido entre menos y más infinito.

Se volvió a formular la pregunta ¿qué es la ciencia? Hubo, por supuesto, distintas respuestas, todas ellas con base en la lógica inductiva, que no fueron satisfactorias. La admitida, en principio, fue la del profesor K. Popper (1962), que puso en circulación en 1932, en su libro *Logik der Forschung*. Se inició así la era del pospositivismo (Laudan, 2005), dado que Popper retoma la lógica deductiva para dar cuenta de dicha revolución. Para recordar, él puntualiza que la tarea de los científicos no es hacer observaciones, sino formular proposiciones y sistemas de proposiciones que deben ser contrastadas sistemáticamente. Con base en esta propuesta, se admitió que la historia del conocimiento científico era explicable en términos de sustitución de teorías; lo que contradecía la mirada positivista, para la cual esa historia era una sucesión lineal de descubrimientos (Stengers, 1989).

La categoría epistemológica central de Popper es la de teoría, tal cual como esta se entiende en física desde Newton (Assis, 1998). Dentro de la misma lógica deductiva, en 1962, da a conocer T. S. Kuhn (1972) una de sus más conocidas propuestas, en la que introduce entre otras categorías la de paradigma y la de revolución científica. Con respecto a la primera, establece que es una teoría que ha sido admitida por la comunidad científica; teoría que es también análoga a la de los físicos. Luego, en dos

artículos de los años setenta, I. Lakatos (1983), formula su propuesta de la metodología de los programas de investigación, caracterizando estos por poseer un núcleo firme y un cinturón protector de hipótesis, entre otras categorías epistemológicas. Ejemplifica el núcleo firme del programa newtoniano señalando las tres leyes y la de la gravitación.

En lo tocante a la historia, T. S. Kuhn, en el libro citado, puntualiza que todo estudio epistemológico ha de estar apoyado en una rigurosa revisión documental de cada suceso en ciencias que se pretende convertir en hecho histórico. Luego, en uno de los artículos de I. Lakatos en el que se ocupa de la misma temática, se especifica que todo este proceso se halla epistemológicamente posicionado, por lo que no habría una sencilla revisión, sino una reconstrucción. En consecuencia, de cada hecho habría, por lo menos, reconstrucciones de carácter positivista o deductivista. En cuanto a las primeras, asumen la historia de las ciencias como una sucesión lineal de descubrimientos, en los que los investigadores no tuvieron fracasos, no se vieron en la necesidad de rectificar sus metodologías ni replantear sus marcos conceptuales de partida (Stengers, 1989). Esos investigadores son genios que trabajan en solitario.

En cuanto a las segundas, se tendrían reconstrucciones de tipo popperiano, en las que esa historia obedecería a sustituciones de teorías que fueron falsadas por un experimento crucial. Las kuhnianas, en las que esas reconstrucciones obedecerían a cambios paradigmáticos. Destáquese que desde estas dos perspectivas, esos colectivos de especialistas no persiguen la verdad porque esta sería la misión de quienes se dedican a la metafísica o porque, de ser así, una vez alcanzada esa verdad, la investigación científica llegaría a su final. Señálese que con Kuhn todo cambio de paradigma hace que la historia vuelva a sus comienzos. Las lakatosianas obedecerían al abandono de programas que se hicieron regresivos. No obstante, se admite hoy entre los especialistas una pluralidad histórica y metodológica (Estany, 2005).

En razón de que ciencias diferentes de la física no se construyeron siguiendo el esquema newtoniano, la categoría epistemológica de teoría está siendo remplazada por la de modelo científico. Esta última categoría está compuesta por tres taxones, a saber, modelo icónico o gráfico, modelo analógico y modelo simbólico (Caldin, 2002). Los modelos simbólicos son propios de la física y obedecen a la axiología de las matemáticas

(Lombardi, 1998). Cada uno de estos modelos es representación de los fenómenos o interacciones que se delimitan como objetos de conocimiento precisamente porque se ha formulado el correspondiente modelo.

Los modelos icónicos predominan en la química orgánica y en la inorgánica. Los modelos analógicos son aquellos que recurren a un tecnofacto idealizado para representar el objeto de conocimiento, como es el caso de la termodinámica clásica y la máquina térmica ideal de Carnot. También acuden a las matemáticas, por lo que tienen un componente de modelo simbólico. La fisicoquímica (Laidler, 1995), por ejemplo, que se elaboró convirtiendo las reacciones químicas en sistemas termodinámicos, acude a los modelos analógicos, a la vez que a los icónicos. Estos también recurren a las matemáticas y los simbólicos, a los analógicos y a los icónicos. En síntesis, si bien los taxones son útiles para el análisis, no hay en la práctica modelos científicos puros (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2006).

Ha de entenderse dentro de este trabajo que la pregunta acerca de qué es la ciencia perdió el significado que, incluso, tuvo en los inicios de la creación de la didáctica de las ciencias. En la actualidad, salvo miradas propias de la primera mitad del siglo XX, este interrogante ya no juega ningún papel. En sustitución de este, se ha elaborado la idea de que quien se ocupa de producir conocimiento científico, se caracteriza por practicar una actividad identificable (Echeverría, 1998) que va más allá de la vieja idea de aplicación del método científico, ya desvirtuado (Zahar, 1980).

Las propuestas popperiana, kuhniana y lakatosiana han sido analizadas y catalogadas en términos de epistemologías dogmáticas, sobre todo la primera, calificada como “logicista” en extremo e ingenua (Lakatos, 1983). La segunda, como subjetivista por el mismo Lakatos, mientras que todas ellas como aplicables solo a la construcción de la física. No obstante, a finales del siglo XX y en lo que va del XXI, las reconstrucciones han permitido concluir que no todas las ciencias de la naturaleza poseen historias de construcción equiparables, como también que no obedecieron en sus estructuras conceptuales y metodológicas a la categoría epistemológica newtoniana de teoría. Por tanto, los especialistas retomaron la categoría de modelo científico, ya creada por los investigadores en educación (Keeves, 1990). Delimitaron, para una clasificación de esas estructuras conceptuales, tres taxones, el modelo icónico o gráfico, el analógico y el simbólico (Del Re, 2000; Caldin, 2002); siendo los simbólicos los propios de la físi-

ca (Lombardi, 1998); una clasificación que, en cierta medida, dio origen a un análisis del estatuto científico menos dogmático, aun cuando contribuyó a las precisiones consecuentes.

Todo lo anterior triunfó, a pesar del persistente dominio de la aproximación positivista, según la cual había “una ciencia”, la física, cuyos éxitos predictivos y relación estrecha con la tecnología y el sistema de producción industrial (Vessuri, 1992) contribuirían a entronizarla como el modelo de la lógica del capitalismo, hasta el punto de que cualquier elaboración que se sometiera a juicio de esta alianza entre científicos y capitalistas, para ser considerada como científica y apoyada, tenía que obedecer a dicha lógica. Habría que concluir que hay otras ciencias de la naturaleza con estructuras conceptuales y metodológicas distintas de la física, cuyos colectivos se han ocupado de otros objetos de conocimiento y de otros objetivos o intencionalidades.

El caso específico de la química

Para una reconstrucción admisible del desarrollo histórico de la química, habría en principio que fijar arbitrariamente puntos de partida (Fara, 2007). Así, uno de ellos sería la alquimia, la de los alquimistas artesanos, cuyas prácticas se remontan primero a las técnicas de los ceramistas y luego a la de los metalurgistas que crearon los procedimientos para transformar la materialidad de la greda y luego la de la azurita y la malaquita, de donde obtuvieron cobre metálico, que dará inicio a la edad del cobre. Vendrán después las edades del bronce y la del hierro. La labor de estos alquimistas artesanos, tiene que ser diferenciada de la de los estafadores, quienes usurparon el título de alquimistas para cometer toda clase de engaños y fechorías, como es el caso de Cagliostro (McCalman, 2004), y, por tanto, generaron la imagen negra que sin ninguna discriminación se extendió a todos. Anótese que de su crítica definitiva se ocupó R. Boyle (1627-1691) en *Chymista scepticus*, en 1661. La alquimia fue sencillamente abandonada, sin que se contrastaran experimentalmente sus propuestas (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

El siguiente punto es el de la formulación del modelo del flogisto por parte de G. E. Stahl (1660-1774), con base en las ideas de J. J. Becher (1635-1682) y su propuesta de las tres tierras. El modelo de Stahl fue tan lógico y suministraba explicaciones consistentes para los procesos químicos, que fue adoptado por químicos de renombre en la historia, como J. Priestley (1733-1804), C. W. Scheele (1742-1786) y H. Cavendish

(1731-1810), entre otros. Emergerá en la historia A. L. Lavoisier quien, en principio, se ocupará de demostrar experimentalmente la insostenibilidad del modelo del flogisto; aun cuando su propuesta de la sustitución por el modelo de la oxidación o del oxígeno fue poco convincente, hasta el punto de que los químicos tardaron casi cincuenta años en dejar del lado el del flogisto. No se puede afirmar, en consecuencia, que hubo sustitución de teoría, cambio paradigmático o, en rigor, abandono de un programa de investigación.

En los años setenta, muchos de los textos de química definían este saber como una ciencia experimental, por fuera de una discusión acerca del contenido conceptual y metodológico de dicha definición y, mucho menos, del origen histórico de esta. Lo de experimental está asociado al trabajo en el laboratorio, determinación que procede de los alquimistas artesanos, ya que, constituida la física como ciencia con Galileo y Newton, estos trabajaban en “gabinetes” (Fara, 2009). La química posee una prehistoria que se remonta a los ceramistas, cuyos trabajos posibilitaron el surgimiento de los metalurgistas, con la obtención del cobre metálico. Sin embargo, los estudios de los historiadores han señalado que fue A. L. Lavoisier (1743-1794) quien, al proponerse ser el Newton de la química (Schneer, 1975), demostró que el modelo del flogisto era insostenible, a cambio del cual formuló el de la oxidación o del oxígeno. En contra de las tesis alquimistas, demostró que el agua no se transmutaba en tierra, a la vez que, también y en contra de la doctrina aristotélica, de manera pública diseñó el experimento para sostener que el agua no era un elemento sino una sustancia compuesta (Bensaude-Vincent, 1991). Con este, creó y legó para la posteridad el concepto de experimento en química. Entre sus aportes hay que mencionar la primera propuesta sobre la nomenclatura y su *Tratado elemental*.

Es preciso especificar que el modelo del flogisto fue la primera y única teoría de la química, debido a su lógica interna y elegancia de sus planteamientos (Izquierdo, 1984). Ello explica su aceptación por parte de la mayoría de los químicos europeos del siglo XVIII, sin descontar el hecho de que con dicho modelo se dio cuenta del proceso de obtención de los metales por los mineros, a partir de las sales correspondientes y mediante la utilización de carbón vegetal (Brock, 1998). Incluso en las formulaciones de G. E. Stahl (1660-1734) parece vislumbrarse tempranamente lo que se conocerá mucho tiempo después como reacciones reversibles. Será necesaria la construcción de la química neumática, iniciada por R. Boyle (1627-1691), R. Hooke (1635-1703) y J. Mayow (1641-1679) y desarrollada por J. Black (1728-1799), H. Cavendish (1731-1810),

J. Priestley (1733-1804) y C. W. Scheele (1742-1786), principalmente. Los estudios adelantados sobre Lavoisier, afirman que este científico no formuló un experimento específico para demostrar que el modelo del flogisto era insostenible, ya que su labor se enfocó en una reinterpretación de resultados que ya habían sido obtenidos por otros investigadores (Bensaude-Vincent, 1991).

Algunos historiadores sostienen, desde una crítica a la categoría epistemológica kuhniana de “revolución científica”, que si bien podría ser aceptable en principio, lo cierto es que del modelo de la oxidación o del oxígeno de Lavoisier, que posteriores desarrollos invalidaron, y de sus otros aportes solo han pasado a la historia de la química la ley de la conservación de los pesos en las reacciones, como también esa nueva actitud, basada en el álgebra, del equilibrio entre los pesos de los reactantes y de los productos en la balanza. De hecho, esos historiadores se centran en analizar la admisibilidad de la categoría epistemológica de la referencia, para concluir que la labor de Lavoisier no puede ser catalogada como una “revolución científica” (Bowler y Morus, 2007); no así en los casos de la física, con Galileo, y la biología, con C. Darwin. En la historia de cada una de tales ciencias esas revoluciones constituyen una singularidad.

Con el cambio de siglo, en el XIX, emerge para la historia J. Dalton (1766-1844), un meteorólogo que por sus investigaciones sobre la atmósfera formula, entre otras leyes, la de las presiones parciales, la de la dilatación constante y la general de los gases por el calor, de 1802. En 1805 publica la primera tabla de pesos atómicos y en 1807, *A new system of chemical philosophy*, en la que en los capítulos “Acerca de la constitución de los cuerpos” y “Acerca de la composición química” expone su modelo atómico. Es también el siglo de la formulación de las leyes fundamentales de la química. Ya Lavoisier había establecido la ley de la conservación de los pesos en las reacciones químicas; luego, J. L. Proust (1755-1826), la de las proporciones definidas o constantes, en 1804; Dalton, la de las proporciones múltiples y J. L. Gay-Lussac (1787-1850), la de los volúmenes de combinación. J. B. Richter (1762-1807) introduce, a finales del siglo XVIII, el concepto de equivalencia.

J. J. Berzelius (1779-1848) precisará que el modelo atómico de Dalton y las leyes ponderales de la química constituían el punto de partida de mayor significación para la construcción definitiva de esta disciplina (Lockemann, 1960). No obstante, los químicos se dividieron entre atomistas y equivalentistas, una disputa que tendrá su principio del fin con el Congreso de Karlsruhe, en 1860. Debido a la tenacidad de S.

Cannizzaro (1826-1910), la comunidad de químicos admitió por fin la hipótesis de A. Avogadro (1776-1856), con lo cual los químicos entraron al siglo XX con una nueva perspectiva para el desarrollo de su ciencia. Este hecho histórico tendrá como motor convertir los conocimientos elaborados en objeto de enseñanza, primero, en 1805, con F. Stromeyer (1776-1835), basada en las prácticas de laboratorio y, segundo, la que perdurará como “paradigma”, debido a J. von Liebig (1803-1873), quien además de inscribirse en la tradición de los alquimistas artesanos introdujo una enseñanza basada en la investigación (Sánchez, 2009).

Como consecuencia de este primer programa académico para la formación profesional de químicos, fundado en la recomendación de Berzelius, los egresados de este lograron construir la química estructural o química orgánica. En este proceso transformaron paulatinamente el modelo atómico de Dalton, con la introducción del concepto de valencias por parte de C. H. Wichelhaus (1842-1927), que E. Frankland (1825-1899) reafirmó con el estudio de los compuestos inorgánicos y de los orgánicos. Dada las controversias entre los partidarios del modelo dualista bipolar de Berzelius, el de los tipos de J. B. Dumas (1800-1884), el de los núcleos de A. Laurent (1807-1853) y el de los residuos de C. Gerhardt (1816-1856), A. Butlerov (1828-1886) las superará con el concepto de estructura. Al comenzar el siglo XX, los químicos propiamente dichos no se ocuparán del problema de la estructura de los átomos, que será retomado por los físicos. La hipótesis atómica adquirirá carta de ciudadanía a partir de 1905, cuando A. Einstein publica, entre sus tres artículos, el que explica el efecto fotoeléctrico y el del movimiento browniano.

Se destaca aquí que la construcción de la química estructural fue un resultado de consecuencias sociales, políticas y económicas que posibilitaron que la actividad de los químicos fuera institucionalizada, en otras palabras, pensada como ciencia y convertida en objeto de enseñanza. La química adquirirá así su reconocimiento institucional definitivo (Bowler y Morus, 2007); habría que traducirla en una constitución en la cual los químicos formados en el programa de Liebig, con base en la admisión del modelo de J. Dalton (1776-1844), de su ley de las proporciones múltiples y de la composición definida de J. L. Proust (1755-1826) y de los trabajos de J. J. Berzelius (1779-1848), establecieron el marco de la construcción de la química estructural. Será dentro de esta perspectiva que los químicos se harán diseñadores y constructores de moléculas no

existentes en la naturaleza, por lo que la ocupación de los químicos no será el átomo sino la molecularidad (Hoffmann, 1997; Gallego Badillo, Pérez Miranda, Gallego Torres y Torres de Gallego, 2006; Gallego Badillo, Pérez Miranda y Torres de Gallego, 2007).

Para volver a la segunda mitad del siglo XIX, J. E. van't Hoff (1852-1911) y W. Ostwald (1853-1932), a los que se sumó S. Arrhenius (1859-1927), deciden hacer una lectura de los procesos químicos desde la termodinámica clásica, hecho este con el cual introducen en el discurso químico las ecuaciones diferenciales al formular los presupuestos de la cinética química, con la cual crean la fisicoquímica, una disciplina base para la ingeniería química. Dado que el saber matemático de los químicos orgánicos no pasaba del álgebra, y dicha formación no estaba contemplada inicialmente en el plan de estudio formulado por Liebig (Brock, 1998), se opusieron a esta disciplina argumentando que carecía de bases empíricas. Para responder a estas críticas, de nuevo, Ostwald acude a su socialización convirtiéndola en objeto de enseñanza a través del libro didáctico *Química general* y, por supuesto, con Van't Hoff, en la revista especializada *Zeitschrift für physikalische Chemie*. Como se ha sostenido en el grupo de investigación IREC, la química es una ciencia que se construyó en las aulas (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Gallego Torres, 2012).

Establecido lo anterior, es oportuno examinar epistemológicamente la historia de la construcción de la química. Al respecto, parecen haber elementos de juicio para proponer que no puede ser explicada acudiendo a la categoría popperiana de sustitución de teorías que fueron falsadas, a la kuhniana de cambio de paradigma ocasionado por una revolución científica o a la lakatosiana de abandono de programas de investigación que se hicieron regresivos. No ocurrieron en la construcción de la química estructural, en la creación de la fisicoquímica, la cual no fue otra cosa que la lectura desde la termodinámica clásica de los procesos químicos, con la consecuente introducción de las ecuaciones diferenciales. Tampoco con la química inorgánica, sistematizada a partir de 1869, cuando D. Mendeléyev (1834-1907) concibe y da a conocer su tabla periódica, desde su *Ley de la periodicidad*. En síntesis, el desarrollo histórico de esta ciencia no puede ser interpretado siguiendo las propuestas epistemológicas de K. Popper, T. S. Kuhn o I. Lakatos, lo que significa que estas no permiten dar cuenta de la construcción. Todas ellas tienen como referencia lo sucedido en la física en las primeras décadas del siglo XX.

Es este el espacio propicio para hacer referencia a ese reduccionismo denominado por E. Mayr (2006) como “fiscalismo”. Ya se anotó que los químicos orgánicos, después de modificar el modelo atómico de Dalton, abandonaron el problema de la estructura del átomo; problema que asumieron los físicos. Con el éxito de la mecánica cuántica, fue G. Bachelard (1976) quien lo introdujo para dar cuenta del estatuto científico de la química. Recientemente y según el análisis de los responsables de este proyecto de investigación, ese fiscalismo ha sido reintroducido por W. B. Jensen (1998a; 1998b; 1998c). De la misma manera ocurrió en cuanto a la interpretación cuántica llevada a cabo por L. Pauling (1901-1994) en 1935 y 1939, sobre la naturaleza del enlace químico. En esta dirección, W. H. Heitler (1904-1981) y F. W. London (1900-1964) formularon el modelo del enlace de valencia y, después, J. E. Lennard-Jones (1894-1954), el modelo de orbital molecular (Laidler, 1993). Sin embargo, los químicos en esa tradición forjada por quienes construyeron la química estructural, y desde el objetivo de ser diseñadores de nuevas moléculas no existentes en la naturaleza, siguen acogidos a las representaciones icónicas de esferas y bastones que les permitieron la construcción de la química estructural.

Una toma de distancia contra el reduccionismo anotado comienza por puntualizar que Newton, en su *Principia* y su *Óptica*, les enseñó a los físicos la metodología que debían seguir para sus elaboraciones teóricas, la que aquí se resume: “Definiciones, postulados, demostraciones y corolarios” (Assis, 1998). Cuando se examinan los textos originales (ver en la red Classical Papers), se llega a la conclusión de que la química estructural, la fisicoquímica, la química inorgánica, incluida la química analítica, no obedecieron esta recomendación metodológica, en ellas no hay demostraciones matemáticas. En este orden de ideas cae también el examen de la naturaleza epistemológica de las leyes centrales que hicieron factible su construcción como ciencia, esto es, y para reiterarlo, la de la conservación de los pesos, la de las proporciones definidas, la de las proporciones múltiples, la de los volúmenes de combinación, la de Avogadro y la de la periodicidad (Scerri, 1997).

Aun cuando se admita que toda regularidad ha de aceptarse como una ley de la naturaleza (Hanson, 1997), frente a esta delimitación existe el dilema de si sí o no, cada comunidad de especialistas a partir de sus modelos científicos se halla en las condiciones conceptuales y metodológicas de matematizar las regularidades formuladas como consecuencia de sus investigaciones y, de ser así, expresarlas acudiendo al álgebra, la estadística o las ecuaciones diferenciales. Se destaca, en consecuencia, que ninguna

de las leyes ponderales que hicieron posible la construcción de la química estructural, más allá de sus concisiones algebraicas, puede ser reformulada acudiendo a la lógica de las ecuaciones diferenciales.

E. R. Scerri (2011) afirma, con suficiente conocimiento, que los profesores de química enseñan de manera ingenua el concepto de orbitales, pues desconocen que estos solo tienen una realidad puramente matemática. Por otro lado, M. Izquierdo (2010) sostiene que en el primer año de la educación secundaria la mayor parte de los contenidos de la asignatura de química son de física; a lo que habría que agregar que los estudiantes terminan por no saber realmente de qué se ocupan los químicos. Los nuevos estudios históricos y una filosofía de la química que camina hacia la madurez (Schummer, 2011) conducirán a nuevas sorpresas. Estas nuevas elaboraciones histórico-epistemológicas ponen en tela de juicio la versión de química que se hace objeto de enseñanza en los programas académicos de formación profesional de químicos de los países centrales, los de los países periféricos (Kreimer, 2009) y, en esta análoga perspectiva, aquella que se hace objeto de contenido en los programas de formación inicial de profesores de esta ciencia; contenidos, en primer lugar, tomados de los textos didácticos elaborados por autores comprometidos con una enseñanza en términos de la “creación de un mercado ideológico del saber y de su innegable lógica de producción capitalista”. Esto parecería ser objeto de discusión.

¿Es la química una ciencia?, o ¿es una tecnología? Para formular una respuesta admisible, dentro de la concepción de que los químicos son diseñadores de moléculas no existentes en la naturaleza, en este sentido, hay que reconocer que los resultados de su labor han transformado la vida de las relaciones entre los seres humanos, por cuanto cuentan con nuevos materiales, además de que se han integrado con su saber a equipos multidisciplinarios de investigación. Se deja claro aquí que estos profesionales no se encargan de develar las razones últimas de la existencia de la materialidad del mundo, dado que de estas se encargaron los físicos.

No obstante, a partir de la década de los noventa del siglo XX un grupo de químicos no acordes con el reduccionismo fisicalista decidieron ocuparse del problema de la filosofía de la química, organizaron los primeros congresos sobre esta materia y crearon las primeras revistas especializadas, como *Foundations of Chemistry* y, también, la *International Society for the Philosophy of Chemistry*, cuyos objetivos principales son los de demostrar que la química no es ni ha sido una ciencia cuyo estatuto

epistemológico se derive simplemente de la física (Lombardi y Pérez, 2010). Dentro de este renacer, se ha puesto en tela de juicio el hecho de que los programas de enseñanza de esta ciencia en la educación secundaria normalmente se ocupan de teorías elaboradas por los físicos, como el modelo cinético molecular de los gases y, entre otros, el modelo atómico de N. Bohr, fuera del de los enlaces explicados por los orbitales moleculares, para lo cual, didácticamente, Pauling se inventó la idea de los solapamientos. En la actualidad, el constructo de los orbitales moleculares ha sido dejado en claro que solo tiene existencia matemática (Scerri, 2011), lo que pone en tela de juicio tanto el esquema curricular para la formación inicial de profesores de química como los fundamentos históricos de esta; se trata de un retornar a la esencia del trabajo especializado de los químicos y a su concepción de átomo (Izquierdo, 2010).

El problema de la química como ciencia. Desde una crítica a la categoría kuhniana de revolución científica, se suele poner en duda el estatuto epistemológico de la química como ciencia. En torno al papel desempeñado por A. L. Lavosier, de este se dice que, salvo la ley de la conservación de los pesos en las reacciones químicas, todo lo demás fue superado por la historia de logros de los químicos orgánicos. En este sentido, según algunas reconstrucciones históricas (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Gallego Torres y Torres de Gallego, 2006), se pregunta si la química como ciencia, por fuera de la concepción de A. Comte, podría ser nada más que una tecnología (Bowler y Morus, 2007).

Como respuesta admisible, los químicos acudieron de manera explicativa a la mirada fisicalista. Aquello que hacían y producían no obedecía al mismo problema de investigación de los físicos. Uno de los primeros que cayó en el fisicalismo fue G. Bachelard (1976), en los años en que se estaba construyendo la mecánica cuántica de matrices y ondulatoria. Esta mirada fisicalista fue revivida por W. B. Jensen, en sus tres artículos de 1998. No obstante, se comparte en el presente proyecto de investigación que la construcción de la química como ciencia se llevó a cabo durante la segunda mitad del siglo XIX; tiempo este durante el cual sus especialistas delimitaron las técnicas de análisis y de síntesis, como la paulatina transformación del modelo atómico de Dalton (Gallego Badillo et ál., 2006). Contra la reducción fisicalista, un grupo de filósofos de la química ha realizado investigaciones que demuestran lo errado de dicha reducción.

La anterior mirada parece desconocer que es en el siglo XIX durante el cual se construye la química como ciencia y que otra cosa son la fisicoquímica y la termodinámica clásica, desde cuya conversión se sustenta la idea de la química como ciencia. Todas

las afirmaciones en esta dirección se sustentan, hasta donde es posible, en la mecánica cuántica, que los químicos asumieron como un programa de investigación propio. La empresa química se terminó al final del siglo XIX, de tal manera que en el XX ya no hubo retos, hasta el punto que los químicos en la actualidad, con su saber, trabajan en proyectos que no tienen que ver con los objetivos emprendidos en el siglo XIX (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Se retorna a la pregunta acerca de la química como ciencia, y por tanto a su enseñanza, desde el convencimiento de que la mayoría de los interrogantes en los que se fundaron sus creadores están resueltos. En principio, se cuenta con la totalidad de los elementos químicos y las metodologías instrumentales de análisis y de síntesis. De esta manera, se necesita una redefinición de los programas académicos de formación profesional de químicos, tanto como de una concepción de la química como objeto de enseñanza.

La química como actividad científica. Una primera distinción sucinta es que la primera es aquella que circuló, se socializa y aparecerá en las páginas de las revistas fundadas por cada una de esas comunidades que crean y han producido conocimiento químico en sus respectivas disciplinas (Barona, 1994), por lo menos, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta el presente.

Química como actividad científica y química escolar. En todo programa académico de formación inicial de profesores de ciencias y de química, por supuesto, ha de ser objeto de discusión la diferencia que existe entre la química que practicaron, producen y construirán las distintas comunidades de especialistas en cada una de las disciplinas de esta ciencia y la química escolar que trabajarán profesionalmente con sus estudiantes en las aulas.

Las revistas especializadas en esta disciplina, se inician en 1832, cuando J. von Liebig (1803-1873) edita los *Annalen der Pharmazie*. En 1840, con la colaboración de F. Wöhler (1800-1882), se convertirá en los *Annalen der Chemie und Pharmazie*, que continúa editándose con el nombre de *Annalen des Liebig*. Este químico alemán es también el autor del primer plan de estudios para la formación profesional de químicos, en la década de los cuarenta del siglo XIX. Anótese que a finales del siglo señalado W. Ostwald (1853-1932) y J. H. van't Hoff (1852-1911) pusieron a circular su *Zeitschrift für physikalische Chemie* (Lockemann, 1960).

Hoy puede sostenerse que hay una numerosa variedad de revistas por países e idiomas, comunidades de especialistas y disciplinas. No se está errado si se afirma que cada vez que un colectivo crea un campo de investigación dentro de la química, como una subdisciplina dentro de una disciplina constituida, una de sus actividades para el logro de la institucionalización de su actividad científica es la publicación de artículos en alguna de estas revistas, como un proceso indispensable para lograr el reconocimiento por parte del colectivo nacional, regional e internacional, en última instancia, de la respectiva pertenencia. Y es algo que no es fácil de lograr. Después de haber obtenido el Premio Nobel, R. Hoffmann (1997) reconoció que muchas de sus contribuciones fueron rechazadas por los evaluadores y los editores de las revistas a las que las sometió.

Es preciso subrayar, para una historia social de la química, que antes de su constitución como una disciplina académica, de su correspondiente institucionalización y del reconocimiento social de la importancia de la actividad desarrollada por los profesionales que se formaron a partir del plan de estudio de Liebig, la producción de “sustancias” requeridas para los procesos de producción de mercancías estuvo en manos de artesanos (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997) no alquimistas. Esta es una de las razones por las cuales resulta problemático construir un discurso aceptable en torno a la relación entre el desarrollo inicial del capitalismo y los comienzos de la construcción de la química como ciencia, y, en este sentido es insostenible que quienes fueron los autores de la química estructural hayan adoptado la lógica de la producción industrial propia de la burguesía, como parecen demostrar los resultados de los trabajos adelantados por los sociólogos del conocimiento científico en lo tocante a la relación entre física y tecnología (Restivo, 1992; Vessuri, 1992).

Después de esa constitución e institucionalización y con el haber de unos procesos conceptuales y metodológicos probados para el diseño y síntesis de moléculas, tanto de las existentes en la naturaleza como las artificiales surgidas de la confiabilidad experimental de los resultados obtenidos en los laboratorios, los profesionales químicos optaron finalmente por integrarse a esa lógica de producción de conocimiento y de nuevos materiales desde la perspectiva del mercado. Los compuestos químicos fueron pensados, finalmente, como mercancía cuyos ciertos porcentajes de los dividendos obtenidos tenían necesariamente que revertir en la financiación de las investigaciones y de los científicos ocupados en producir para las industrias que se crearon, convirtiéndose estos en mano de obra cualificada al servicio de esos intereses; una

referencia, es la de los colorantes. La actividad científica en química dejó de ser una “cruzada” de personajes únicamente interesados en producir conocimiento para resolver algunos de los problemas sentidos por la humanidad.

Los profesionales se ocuparon, entonces, de la aplicación de su saber a la satisfacción de las demandas de diferentes sectores de la sociedad. Dentro de esta óptica, en algunos países periféricos (Kreimer, 2009) se crearon programas académicos para la formación de sus profesionales en esta ciencia, cuya ocupación en el mercado laboral estaba destinada a satisfacer las necesidades que en este campo cada uno de estos países tenía. Uno de estos es el caso de Colombia (Martínez-Chavanz et ál., 1993). Se trató de una química puramente técnica, quizás en razón de que ya los grandes retos de los investigadores habían sido enfrentados y resueltos a finales del siglo XIX y comienzos del XX, por lo que el trabajo se reducía a esa aplicación del saber construido (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Aquello de que es necesario estudiar química con el único fin de entender y explicar la naturaleza de la composición de la materialidad del mundo, cuando se analiza históricamente lo ocurrido después de la construcción de esta disciplina como ciencia, podría no pasar de ser una representación, no solo tergiversada sino ingenua que se suele transmitir, sobre todo, en los programas académicos de formación inicial de profesores de esta ciencia. Claro que el problema de esta ilusión es el que pregunta para qué sociedad es necesario enseñar química y cómo debería articularse esta enseñanza con las concepciones culturales, en el caso de una comunidad que ha sobrevivido históricamente sin la química científica, aquella en la que sus practicantes son constructores de nuevas materialidades.

La química escolar. Es la consignada en los textos de enseñanza, utilizados como recurso didáctico por todos los docentes que se ocupan de transmitir los contenidos de las disciplinas químicas convertidas en asignaturas en los planes de estudios de los programas de educación secundaria. Sus contenidos obedecen, en el mejor de los casos, a un proceso de “transposición” (Chevallard, 1985) o de recontextualización didáctica. Lo que se espera es que esa transposición se fundamente en una interpretación de los correspondientes artículos que circularon, en su tiempo, en las revistas especializadas. Se trata, por tanto, de una traducción que los saca del contexto científico y los pasa al contexto escolar; esto es, se lleva a cabo una recontextualización.

Trabajos de investigación que han hecho de algunos textos de enseñanza de la química objeto de investigación concluyen que transmiten contenidos de esta ciencia a formatos históricos, con una aproximación epistemológica implícita que es de carácter positivista y, además, con tergiversaciones conceptuales y metodológicas (Cuellar Fernández, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2002; Camacho González, Gallego Badillo, y Pérez Miranda, 2007; Camacho González, Gallego Badillo, y Pérez Miranda, 2007; Herreño Chaves, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2010). Lo de la aproximación epistemológica implícita se deduce de que presentan una historia de la química como una acumulación lineal de descubrimientos. Esto induce a creer, entre el estudiantado, que no hubo problemas, que los colectivos nunca rectificaron los caminos iniciales ni tuvieron que hacer replanteamientos de sus marcos conceptuales y metodológicos (Stengers, 1989).

La química escolar habitualmente contenida en los textos de enseñanza conlleva otro problema que ha de ser considerado. Estos textos, dentro de la aproximación señalada, transmiten igualmente la idea de que el conocimiento, al obedecer a esos descubrimientos, se halla en la naturaleza y que, por tanto, surgieron sin la participación de “hombres” que hicieron de esta aventura su proyecto de vida. Parece ser así, por cuanto les bastó con aplicar el método científico para obtener tales descubrimientos. Cuando se hace alusión a ciertos y contados personajes que contribuyeron a la construcción de esta disciplina académica, se les atribuye la aureola de seres especialmente dotados con una inteligencia inigualable, casi que predestinados para realizar esa empresa “titánica”, reservada para estos “elegidos”, siempre de origen europeo; una tendencia que ha sido denominada *uropeizante* (Eslava, 2004).

Los textos de enseñanza son uno de los recursos imprescindibles de los profesores, por lo que los programas académicos de formación inicial y posgraduada han de introducirlos desde una posición crítica y no exclusivamente dependiente de ellos (Sanmartí, 2000). En principio, habría que pensar en la sentencia de que cada texto es mucho más confiable mientras más se base en referencias a fuentes primarias (Jenkins, 2006), aun cuando esta denominación de dichas fuentes sea problemática entre los especialistas (Kragh, 2007). Esta formación crítica con respecto al empleo de los textos de enseñanza solo se hará factible si se ancla en estudios histórico-epistemológicos.

Hay que reiterarlo. Los contenidos de los textos hablan de una química del pasado, cuyas afirmaciones ya no son objeto de discusión entre la comunidad que produce conocimiento químico para competir en el mercado y pujar por reconocimiento dentro de la comunidad científica internacional. Esa química escolar ha sido reducida a definiciones y algoritmos, sin que se destaque que son testimonios de los esfuerzos históricos de un grupo de personas que se interesaron por elaborar ese conocimiento. Aun cuando el calificativo resulte fuera de tono, habría que decir que son tan solo vestigios del pasado o, mejor, “fósiles” que vivieron en un ayer, tan cercano como se quiera; fósiles que son objetos de reconstrucciones históricas e histórico-sociales, con miras a entender la dinámica que los hizo factibles.

No obstante lo afirmado, tienen necesariamente que ser esos contenidos escolares objeto de discusión desde la perspectiva didáctica y pedagógica. Al respecto, habría que dar soluciones específicas y situadas a preguntas como: ¿qué sentido tiene hacer de dichos conocimientos contenido escolar para los estudiantes de primaria y secundaria?, ¿quiénes han de ser los profesionales que han de ser formados para encargarse de elaborar una respuesta admisible y temporal al interrogante anterior?, ¿cuáles son los saberes que han de caracterizarlos?, y ¿en qué versión de química, histórica y epistemológicamente sustentada, han de ser formados? En este sentido, ¿cómo inscribir esa formación dentro del convencimiento de que no alimentará un mercado laboral que está destinado a los profesionales químicos, para dar el espacio curricular indispensable para discutir esos saberes didácticos y pedagógicos que les confiere pertinencia profesional? En los comienzos del siglo XX quienes crearon la Escuela Normal Superior de Colombia, con la formación de profesores de ciencias, dieron una respuesta válida a estos interrogantes (Gallego Badillo, Pérez Miranda y Gallego Torres, 2010).

Como se discurrirá en numerales posteriores, la didáctica de las ciencias, y por tanto la didáctica de la química, no se reduce a lineamientos metódicos acerca de cómo transmitir información especializada a los estudiantes, ni del empleo de unas estrategias, tan nobles como se quieran, con las aspiraciones de que los niños, sobre todo, entiendan cómo se hace ciencia. Se está frente a una versión de ciencia que la reduce a un activismo descontextualizado, de carácter positivista, que ha optado por este carácter, muy a pesar de que los análisis histórico-epistemológicos han demostrado que esa versión de ciencia y de praxis científica no es sostenible (Zahar, 1980). Construir

ciencia en relación estrecha con la construcción de tecnologías constituye algo que va más allá de esa reducción según la cual la formación científica es independiente del contexto cultural, económico y político.

Cuando se hace un estudio de las intencionalidades políticas y económicas desde las que se decide la conversión de la química en química escolar, se llega a la conclusión de que esa conversión no se lleva a cabo desde una supuesta neutralidad. De hecho, los textos de enseñanza y por tanto la química escolar que se socializa, además de lo ya afirmado sobre su obsolescencia, no pasan de ser el ejercicio de una escritura para los integrantes de los países periféricos (Kreimer, 2009).

La historia social o externalista de la química. La construcción de la química parece no haber estado ligada, ni obedeció en un principio, a la lógica del capitalismo ya que obedeció a intereses meramente académicos, en razón de que la producción de insumos estuvo en manos de artesanos (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997). Solo después de haber sido constituida se explota el saber elaborado, partiendo de la industrialización de los colorantes basados en la anilina (Lockemann, 1960). Seguirá la farmacéutica, con la síntesis de la aspirina y demás productos convertidos en mercancía. De ahí que cualquier alusión acerca de la aplicación a la cotidianidad de este saber padece de un desconocimiento de su historia y caiga, a veces, en trivialidades como aquellas de que incluso el evolutivo proceso de alimentarse sea químico. En todo caso, quienes son responsables de este proyecto de investigación son del parecer de que, por fuera del “fiscalismo”, aún esta disciplina está a la espera de jóvenes que se ocupen de formular propuestas en ese sentido. Al respecto, a partir de la década de los setenta se ha constituido un grupo de especialistas que se oponen al reduccionismo de las explicaciones acerca del estatuto de cientificidad de la química.

La didáctica de las ciencias

Con base en las propuestas histórico-epistemológicas de K. Popper y de T. S Kuhn, un grupo de personas decide investigar cuál es la versión de ciencia que se socializa entre el estudiantado, pregunta esta que establece una distinción en el seno del discurso acerca de la didáctica como ese componente mecánico de la enseñanza que los pedagogos han tradicionalmente designado como lo operativo. En el seno de esta concepción se crea una comunidad de especialistas que, además, formulan campos de investigación y crean revistas especializadas en las que publican los resultados de

sus investigaciones; uno de ellos tiene que ver con la formación inicial y continua de profesores de ciencias; campo este en el cual se formula y se adelanta el presente proyecto de investigación.

Sobre la formación inicial y continua de profesores. ¿Qué se le exige a un profesor o profesora de química? La respuesta inmediata es que enseñe química. En el mismo sentido, ¿cuál es el requisito del que debe disponer para dicho desempeño? De manera elemental salta a la vista que tiene que saber química. ¿Qué clase de química?, ¿la contenida en los textos de enseñanza o, más allá, la revisión y discusión crítica de los distintos modelos químicos propuestos por la comunidad de especialistas? Si se admiten estas preguntas, entonces la formación inicial y continua de profesores o profesoras de química constituiría una problemática objeto de investigación didáctica, sobre todo si ella cae en el paradigma de la transmisión verbal de contenidos y, además, en la actuación de los docentes formadores que son partidarios del esquema positivista-experimentalista.

Se destaca aquí la propuesta elaborada por Porlán (1989), en la que la formación inicial se plantea como un cambio en las concepciones históricas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas, en oposición a aquellas para las que es una suma de saberes de carácter positivista, en los términos de una acumulación lineal de conocimientos. Hay que postular que quienes ingresan a los programas de formación inicial de profesores de química, como consecuencia de sus experiencias escolares anteriores, han elaborado una concepción sobre la naturaleza de esta disciplina, aun cuando no hayan tenido la oportunidad de discutir a qué se hace referencia cuando se habla de epistemología o de filosofía de la ciencia, en general, y de la química en particular. Se piensa que si en cada una de las asignaturas de esos programas académicos los formadores de formadores se ocupan de trabajar la constitución de la química orgánica, la química inorgánica y la fisicoquímica, entre otras, es posible que sus concepciones de entrada evolucionen a lo largo de cada uno de los semestres que conforman la carrera.

En relación con el cambio en las concepciones acerca de la historia de las ciencias, en general, y de la química en particular, es necesario admitir que es factible que desconozcan que esas ciencias y la química poseen una historia, por cuanto han sido construidas por colectivos de especialistas, de conformidad con los respectivos contextos sociales, culturales, políticos y económicos que, de una manera u otra, les fueron propicios, luego de que cada colectivo logró la institucionalización de su actividad

científica. A lo mejor, en esas experiencias escolares anteriores, lo de la historia se haya reducido a la mención de los personajes más destacados que sobresalieron en ese proceso de construcción.

De hecho, trabajar con esos profesores en formación inicial el convencimiento de que la química es fruto de colectivos de especialistas es ya fijar una posición epistemológica y sociológica. Es también posible que, de manera general, tengan una concepción de historia como un relato más o menos anecdótico. No obstante, si los formadores de formadores se encuentran en una posición semejante, entonces podrían creer que abordar las disciplinas químicas desde la perspectiva histórica sería una especie de pérdida de tiempo, máxime si son partidarios de que para enseñar química basta con conocerla, dentro de una reducción tecnicista, adecuada para los nacionales de los países periféricos (Kreimer, 2009).

Para lograr ese cambio en las concepciones acerca de la historia de las ciencias y, específicamente de la química, los primeros que han de mudar en sus pareceres son los formadores de formadores. Ha de perseguirse, con quienes inician su formación, una aproximación paulatina a la idea de que las historias a las que se hace referencia no son un “cuento” o una simple colección más o menos hilvanada de anécdotas acerca de personajes que brillaron por un ingenio resaltable por encima de los demás seres humanos de su tiempo.

Este propósito ha de estar alimentado por interrogantes centrados en: ¿Cuál fue el problema que en cada época se formuló y cuáles las soluciones que en ese tiempo se propusieron y que fueron dejadas de lado en razón de que otras de mayor poder heurístico terminaron por imponerse?, ¿cuáles fueron las discusiones entre los especialistas en relación con el interés de imponer a los demás sus modelos? La intencionalidad didáctica tendría que ser la de que estos profesores de química en formación inicial tomen distancia de la reducción tecnicista, a la vez que se involucren a la propuesta de una enseñanza basada en la historia.

Admítase que, actualmente, los especialistas son del parecer de que aquello que se hace objeto de enseñanza en el aula, y sobre todo de la química, es historia, es parte del pasado; una afirmación que se apoya en los trabajos de dos investigadoras que sostienen que los grandes retos que se formularon los químicos fueron todos resueltos en la segunda mitad del siglo XIX (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), de tal

manera que la química que se ha hecho objeto de enseñanza en algunos programas de formación inicial de profesores de química insiste en que estos nuevos profesores en formación se formen como químicos y no como profesores. Se insiste en que, por fuera de la institucionalización de la química, estos formadores de formadores podrían ser docentes frustrados cuyos resultados no son reconocidos y publicados en esas revistas especializadas.

Los profesores de química en formación inicial, continua y de posgrado han de elaborar un discurso sustentado y fundado en consultas bibliográficas sobre las diferentes conceptualizaciones que se han presentado para el caso de las ciencias de la naturaleza, y han de adecuarlas significativamente a su desempeño en la enseñanza de la química, teniendo en cuenta sus particularidades históricas y epistemológicas. De hecho, hay investigaciones didácticas que han abocado la problemática de la enseñanza de esta disciplina académica, que han de ser consultadas en las respectivas revistas especializadas.

En este sentido, es indispensable revisar las conceptualizaciones acerca de la enseñanza de las ciencias, entre las cuales se destacan la transmisión verbal de contenidos, la enseñanza por descubrimiento y orientada por la reconstrucción y cambio de aquello acerca de lo que los estudiantes ya saben (Gil Pérez, 1983). Hay que destacar que cada una de estas prácticas de enseñanza se hallan comprometidas, en primer lugar, histórica y epistemológicamente y, en segundo lugar, política y económicamente con el proyecto de sociedad dentro del cual adquieren su justificación específica la conversión de la actividad científica en ciencia escolar y, por tanto, el sentido de la formación inicial, continua y de posgrado.

Las preguntas de entrada que hay que formular con el fin de elaborar un discurso sobre la enseñanza de la química son, entre otras: ¿Cuáles son las razones culturales, sociales, políticas y económicas que justifican la conversión de la actividad científica que practican los químicos en disciplina escolar?, ¿desde qué marcos epistemológicos se lleva a cabo esa transposición didáctica?, ¿cuál es la vigilancia epistemológica, en el sentido de Y. Chevallard (1985), a la que es sometida esta conversión?, y en este sentido, ¿hay también una vigilancia histórica? En cuanto al factor cultural, ¿sufre la transposición de la doble descontextualización en aras de un universalismo de sus procedimientos? Doble descontextualización en cuanto se extrae del seno de los

colectivos que la construyeron en la última mitad del siglo XIX (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), a la vez que del entorno cultural, social, político y económico cuyas interacciones con esos colectivos hicieron factible esa construcción.

Es necesario, en esta misma dirección, auscultar en dicha conversión si sí o no se incorporan las diferentes alternativas de soluciones que fueron descartadas y las discusiones que se presentaron entre los integrantes de esos colectivos de especialistas, que precedieron históricamente a los acuerdos a los que se ha hecho referencia. De no ser así, cabría preguntarle a las transposiciones didácticas que circulan en los textos de enseñanza: ¿Es la química académica y escolar una disciplina históricamente aporética y doblemente descontextualizada?

Una respuesta desde el examen de las vigilancias anotadas permitiría concluir que la química que se transpone didácticamente es reducida, en primer lugar, a la enseñanza de conceptos y de procedimientos estandarizados, que se presentan por fuera de los modelos científicos en los que adquieren su significado específico, y, en segundo lugar, a la socialización de una versión meramente tecnicista de aquello que la comunidad química trabaja, enclavada en ese pasado en el que sus retos de conocimientos fueron ya resueltos.

La mayoría de los profesores de química han admitido esa definición simplista de que la química estudia la composición y las propiedades de la materia y de los procesos mediante los cuales esa composición y esas propiedades cambian. Esta ha sido socializada en la mayoría de los textos de enseñanza, cuyo origen podría encontrarse en la necesidad de abandonar los orígenes de esta disciplina académica y preguntarse, acerca de su constitución histórica, ¿qué es la materia?, ¿aquello que no es lo espiritual? En este mismo sentido habría que preguntar por la materialidad de los objetos de investigación de los físicos, de los biólogos y demás investigadores de este género.

Se suele enseñar, a diferencia de otras ciencias de la naturaleza, que la química es una ciencia experimental. En la formación inicial, continua y posgraduada de profesores, ¿se planean y realizan experimentos, en el sentido epistemológico de esta categoría, con hipótesis que han de ser contrastadas? Recuérdese que el creador del experimento en química fue A. L. Lavoisier, pero de sus realizaciones solo queda la ley de la conser-

vación de los pesos en las reacciones, como ya se ha anotado. O, por el contrario, ¿esa formación se reduce a prácticas de laboratorio en las que se repite lo que ya se sabe? En este último caso, habría que preguntar, ¿esa formación en química es científica?

En la actualidad, y por razones que se entrarán a discutir, dada la formación de los referidos profesores, igualmente se tendría que preguntar: ¿se pretende que elaboren un discurso sustentable sobre la didáctica de la química con base en la lectura crítica de artículos publicados en las revistas especializadas? De la misma manera ¿desde qué fundamentos bibliográficos se les orienta para que construyan un saber sobre la enseñanza y una educación por competencia en química? O, por otro lado, ¿se está frente a programas académicos cuyos currículos se hallan enmarcados en los principios de la reforma educativa inglesa de 1832 (Mumford, 2006)?; es decir, ¿solo se les entrena para ser operarios del sistema educativo? De aceptarse esta afirmación, entonces, no hay formación científica en química ni en didáctica de las ciencias en general ni de esta disciplina académica en particular.

¿Una didáctica de la *química*? Pensar en un cambio en las concepciones didácticas no se puede plantear ni organizar, como propósito formativo, por fuera de una conceptualización de la didáctica de la ciencia como disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada (Gallego Torres y Gallego Badillo, 2004). En este caso, por razones posibles debidas a que se tenga la convicción de que la didáctica se reduzca a una metódica de la enseñanza. Por tanto, el cambio significa adentrarnos, con base en la consulta de las revistas especializadas, en los campos de investigación en los que produce la comunidad de especialistas, para entrar en el conocimiento de los diferentes campos de investigación creados por esta comunidad de especialistas. Han de convertirse en didactas de la química.

Consecuencia de las experiencias escolares anteriores, es que la didáctica de las ciencias, y de la química específicamente, se reduce a la idea metódica de enseñanza. Por tanto, es menester que los docentes que se ocupan de trabajar en el aula los contenidos curriculares propios de esta disciplina académica, los trabajen desde la perspectiva de las conclusiones obtenidas por los investigadores en didáctica, en cada uno de los campos creados en la segunda mitad del siglo XX. Especial atención ha de merecer la transposición didáctica (Chevallard, 1985), desde la perspectiva de trabajos de investigación en el campo de la confiabilidad de los textos de enseñanza (De la Gándara, Gil y Sanmartí, 2002). Para este efecto han de acudir a la lectura crí-

tica de los originales en los que se dieron a conocer los modelos químicos. Para los análisis comparativos correspondientes, los docentes en ejercicio, los formadores de formadores, los profesores en formación inicial y continua disponen de páginas electrónicas, como es el caso de Classical Papers.

Basar una formación en el exclusivo seguimiento de los textos de enseñanza creando niveles dentro del sistema educativo acarrea en sí un problema intrínseco, derivado de la reforma educativa de 1832 en Inglaterra, que hizo que la educación de los hijos de los obreros los preparara para que se comportaran como operarios del sistema de producción instaurado. Esto significó la necesaria existencia de profesores que ejercieran como especie de capataces (Mumford, 2006).

La conversión del conocimiento científico en saber escolar, tal cual como los contenidos se encuentran, en los actuales textos, convertidos en mercancía, introdujo la doble descontextualización de ese conocimiento. En primer lugar, lo extrajo del contexto de creación por un colectivo de científicos y, en segundo lugar, lo despojó del contexto cultural, político y económico en el que fue formulado, para ser convertido en la versión europea de ciencia que invade todas las concepciones universales de ciencia, que cabrían dentro de una reflexión histórico-epistemológica que vaya más allá del entrenamiento en el empleo de procedimientos químicos estandarizados, bajo la idea de que saber química para enseñarla es trabajarla con los profesores en formación inicial.

Si la didáctica de las ciencias emergió en la segunda mitad del siglo XX de las nuevas consideraciones epistemológicas de K. Popper y T. S. Kuhn, el cambio perseguido ha de apuntar a que quienes se forman inicialmente como profesores de esta disciplina elaboren su sentido de profesionalidad a partir de la lectura de las revistas especializadas. Esto es una didáctica de la química a partir de una aproximación sostenible de la construcción histórica de esta. En otras palabras, no es posible por parte de cada profesional sostener las razones de su profesionalidad, si no posee un discurso epistemológico acerca de las ciencias y de la química; discurso que ha de estar complementado por una historia social.

Las investigaciones en la didáctica de las ciencias han identificado el dominio del paradigma de la transmisión verbal de contenidos curriculares (Gallego Badillo et ál., 2004). De la misma manera, prácticas de laboratorio en las que los estudiantes siguen

una guía previamente organizada por el profesor; se habla de prácticas de laboratorio por cuanto, y por lo general, no se inscriben dentro de la concepción de experimento. De hecho, y para reiterarlo, se enseña una química que ya fue construida, un pasado, y, en consecuencia se hace historia sin seguir el método propio de los historiadores de las ciencias.

Es posible otra estrategia con el fin de aproximar a los estudiantes a la naturaleza de esta ciencia y a los procesos que permitieron su construcción, lo que exige que los profesores de química conozcan tanto la historia interna como la externa o historia social (Shapin, 2005) de esta ciencia. Cuando se recurre a la historia, debe quedar claro que esta no es un cuento, un simple relato. Es esta idea tergiversada de la historia la que parece interponerse, para que los profesores de ciencias en general, y de química en particular, no enseñen acudiendo a la historia de la ciencia que ellos hacen objeto de trabajo en el aula.

En los años 2002 y 2003, se adelantaron dos proyectos de investigación con estudiantes que en el primer año cursaban el grado décimo y que en el segundo año pasaron al grado undécimo de educación media del sistema educativo colombiano. El proceso seguido y los resultados obtenidos hablan a favor de que es posible una manera diferente de enseñar química (Pérez Miranda et ál., 2004).

Desde la categoría de modelo científico, es factible también una enseñanza de la química vertebrada por la construcción de modelos, sobre todo en los programas de formación de profesores (Justi, 2002). Si bien la enseñanza de cada una de las ciencias es en sí problemática, la de la química lo es con mayor razón, sobre todo porque aquello a lo que hacen referencia los contenidos curriculares no puede ser “mostrado”. Por tanto, el eje central alrededor del cual ha de trabajarse esa enseñanza es, precisamente, que los estudiantes construyan representaciones mentales.

En torno a las concepciones de aprendizaje

En lo que sigue se hace necesario formular también preguntas relacionadas con este subtítulo, por cuanto se espera que sean formuladas en los programas académicos de formación de profesores, para que de las discusiones concitadas se construyan respuestas admisibles. Estas serían aquellas que indagan por: ¿Qué es aprender ciencias y química?, ¿qué sentido tiene aprenderlas?, ¿hasta dónde se puede afirmar

que se han aprendido?, ¿cuáles elaboraciones realizadas por estos profesores sirven de base argumentativa para sustentar dicha afirmación?, ¿se sabe química desde un aprendizaje remitido al seguimiento de los textos de enseñanza y esas prácticas de laboratorio?; en este contexto conceptual, ¿a partir de qué concepción epistemológica de química se delimitan las respuestas a estos interrogantes?, y ¿cuáles son las concepciones de aprendizaje que han de ser objeto de discusión por quienes han de desempeñarse profesionalmente como tales? Dígase que cada concepción de enseñanza lleva aparejada una de aprendizaje.

Aprendizaje memorístico. Se puede afirmar que es el más elemental, por cuanto en él participa solo una parte de la estructura cognoscitiva y los procesos de cognición. No se ha de pensar que la memoria no se encuentre involucrada en los otros aprendizajes de nivel superior, que son más apropiados para una aproximación significativa a los modelos científicos de cada una de las ciencias y de la química. Este aprendizaje cumple un papel primordial, cuando de tareas repetitivas básicas se trata, que son propias de lo que Aristóteles en su *Metafísica* denominó *empiria*.

Podría sostenerse que cuando el propósito de la enseñanza es el de que todos los estudiantes de un sistema educativo adquieran alguna idea acerca de los contenidos escolares de cada una de las ciencias en general, y de la química en particular, este aprendizaje tendría que ser central. Si de un análisis político se trata, se estaría frente, tan discutible como se quiera, a una democratización de esos saberes escolarizados. Un análisis más fino, sostendría que es el aprendizaje que exige la ideología que hay detrás de la ya citada reforma inglesa de 1832.

Aprendizaje significativo. Propuesto inicialmente por D. Ausubel, fue recogido y desarrollado posteriormente con mayores detalles (Ausubel, Novak y Hanesian, 1976), con el cual se planteó la necesidad de partir de lo que los estudiantes ya sabían con respecto a la temática que se iba a hacer objeto de trabajo en el aula. Para dicha auscultación fue indispensable el concepto central de “estructura conceptual”, que requirió, para un juicio acerca de aquella y del saber previo con el que ingresaban al proceso los estudiantes, de la invención de los “mapas conceptuales” y la “uvé heurística” de Gowin (Novak y Gowin, 1984).

Una toma de distancia con respecto al aprendizaje memorístico fue destacada por M. A. Moreira (1990) cuando precisó que los estudiantes interpretan los contenidos que el profesor de ciencia trabaja, desde cada una de sus estructuras conceptuales, y es esta interpretación individual la que incorporan a dichas estructuras, transformándolas. Así, cada estudiante aprende significativamente no aquello que cada profesor desde sus conceptualizaciones expone, sino, para reiterarlo, sus propias elaboraciones; de hecho, no repiten lo enseñado.

Este aprendizaje rompe con la relación de causalidad directa y positivista entre enseñanza y aprendizaje; en otras palabras, lo que el estudiante aprende acerca de una temática que se ha hecho objeto de trabajo en el aula no es equivalente punto a punto con lo enseñado, por lo que diseñar procesos de enseñanza con el fin de que los estudiantes se aprendan los mapas conceptuales que algunos autores de textos de enseñanza elaboraron es a todas luces un despropósito, fuera de que es una tergiversación del concepto de aprendizaje significativo.

Habría que puntualizar que dicha tergiversación podría obedecer a un proceso de formación inicial, continua y de posgrado de profesores de ciencia en general y de química en particular, en las que la formación didáctica y pedagógica ocupa un segundo lugar, dado que el primero lo ocupa el paradigma de que para enseñar química basta con conocerla. En este orden de ideas, se trata del seguimiento no crítico de la reforma educativa en la Inglaterra de 1832 (Mumford, 2006), que parece seguir dominando y que, como se ha referenciado, inició la conversión de los profesores en operarios de los sistemas educativos; intencionalidad esta que siguen replicando los programas académicos para la formación de profesores.

Es indispensable que estos programas introduzcan a quienes se forman como profesores en una crítica consecuente, primero, desde un examen de la historia social de las ciencias y, segundo, de la historia social de la educación en ciencias (Gallego Badillo et ál, 2010). En lo referente a la primera, propiciar una discusión sobre la clase de ciencia que se hace objeto de enseñanza en los países de la periferia, con el fin de elaborar una explicación de las razones por las cuales los profesores y los autores de los textos de enseñanza terminan regresando al aprendizaje memorístico.

El aprendizaje como cambio conceptual. Si bien el significativo tuvo como punto de partida la psicología, este se propone con base en las propuestas epistemológicas de T. S. Kuhn y J. Piaget (Posner, Hewson y Herzog, 1982). Reconoce toda enseñanza de los contenidos curriculares de cada una de las estrategias que persigan ese cambio. Esta propuesta acarrea el interrogante de que cada una de las ciencias, en las particularidades de sus construcciones didácticas, no obedece a esta reducción. Adentrarse en el aprendizaje de cada uno de los modelos científicos significa un cambio en su enseñanza y en la estimación de su aprendizaje y evaluación. Sin embargo, a una enseñanza basada exclusivamente en el tratamiento de conceptos aislados, como es lo habitual, le vendría bien esta clase de aprendizaje, aun cuando, igual que en el significativo, el profesor debe identificar y caracterizar las elaboraciones previas de los estudiantes.

Aquí es preciso, en cuanto a la química, delimitar cuáles son los conceptos centrales de esta disciplina y de cada una de las asignaturas cuyos contenidos se hacen objeto de trabajo en el colectivo “aula” en los programas de formación inicial, continua y de posgrado de profesores de esta disciplina académica. Hay que recordar aquí que estos programas le dedican parte de sus intencionalidades al modelo cinético molecular de los gases, a los modelos atómicos cuánticos y a cuestiones propias de la termodinámica clásica, que no son propios de la química, razón esta que no es excusa para la introducción de tergiversaciones.

El aprendizaje como cambio conceptual y metodológico. Puesto que el desarrollo del conocimiento científico no es meramente conceptual, sino que es también metodológico, se elaboró esta propuesta (Gil y Carrascosa, 1985). Este aprendizaje introduce un mayor grado de complejidad, ya que la evaluación ha de contemplar este componente. Se debe destacar que lo metodológico no es un agregado, como tampoco es una especie de receta. Para comprender esta problemática, es indispensable recordar que las estructuras de los modelos científicos son conceptuales y metodológicas. Es en esta especificación que los formadores de formadores tendrían que discutir con los profesores en formación inicial, continua y de posgrados, la constitución histórica y epistemológica de la química, de sus asignaturas, de sus modelos científicos, con la intencionalidad de precisar la naturaleza conceptual y metodológica de cada uno de esos modelos.

Aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal. Se deriva de una tesis doctoral en didáctica de las ciencias, y particularmente de la biología (Gene, 1991), durante la década en la que las investigaciones sobre las actitudes eran, en términos lakatosianos, programas exitosos en una temática que mereció especial atención de los especialistas (Schibeci y Rileig, 1986; Zeidler y Lederman, 1989; Lind, 1982; Entwistle, Koseki y Pollist, 1987). De los resultados de estas investigaciones se deriva el convencimiento de que nadie nace con actitudes positivas hacia las ciencias y que estas se construyen en el interior del trabajo adelantado por los profesores de ciencias en las instituciones educativas. Se habla de actitudes positivas, neutras y negativas hacia la actividad científica.

Cuando esos resultados establecen que son diferentes las actitudes que al respecto construyen los estudiantes del sector rural y de las denominadas ciencias humanas, surge la necesidad de incorporar en el análisis la no lineal influencia del entorno cultural y, por supuesto, el político y económico. De la misma manera pasa con la historia del pensar y de la estimación que, en este sentido, cada comunidad y nación ha elaborado sobre la importancia de las investigaciones científicas y tecnológicas, que se reflejaría en la estimación de quienes deciden ocuparse de estos campos de producción de conocimiento y en su reconocimiento a nivel internacional por las publicaciones de sus resultados en revistas especializadas.

Es preciso traer a colación que para alcanzar tal estimación, cada una de las comunidades de especialistas se ocuparon, en el origen, de institucionalizar su actividad científica (Bowler y Morus, 2007) y un frente de interés fue la conversión de los productos de su actividad de producción en ciencia escolar. En términos de la lógica del capitalismo, tan ligada a la ciencia moderna, venderle a la comunidad que hacer ciencia y tecnología produce beneficios y contribuye al desarrollo es una carga ideológica que no puede estar ausente en los programas de formación inicial, continua y de posgrado de ciencias, en general, y de química, en particular. Ella, de alguna manera, determina la ciencia y la química que se hace objeto de enseñanza en los países del centro, los que producen ciencia y tecnología, y en los periféricos, para los cuales la ciencia que se enseña se halla circunscrita a esa condición, incluidos los objetivos de los programas de formación de profesores de ciencia.

Las preguntas que se hacen, en este proyecto de investigación, a los formadores de formadores de los programas mencionados son: ¿Hasta dónde hacen objeto de enseñanza la química, como una disciplina académica, con quienes, de alguna manera u otra, decidieron formarse como profesores de esta?, ¿qué versión epistemológica de química hacen objeto de trabajo en el aula?, ¿acuden a la historia de la disciplina para abordar su enseñanza?, y ¿cómo la encuadran didácticamente?

Aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico. Es uno de los planteamientos de mayor complejidad en cuanto a los retos de quienes aspiran a desempeñarse como profesores y profesoras de ciencias (Gallego Badillo et ál., 2004). Lo axiológico tiene que ver con valores y, por tanto, con la atribución de valores, por lo que se relaciona estrechamente con la concepción de aprendizaje estipulada en el apartado inmediatamente anterior. Al respecto, habría que caracterizar e identificar la estimación social que el entorno de cada estudiante tiene por las ciencias y el desempeño de la actividad científica, en relación con otras como el derecho y la medicina, entre las tantas posibilidades que oferta el sistema de universidades, lo cual incluye los programas de formación inicial, continua y de posgrado de profesores de ciencias.

Una valoración interna ligada a la anterior, que es de cada estudiante, implica que este decide estudiar una de las ciencias de la naturaleza, a sabiendas o no de que, como perteneciente a un país de la periferia, tendrá pocas posibilidades de destacarse como científico reconocido.

Aprendizaje como cambio cultural. Es este el que, además de involucrar todos los anteriores, involucra las razones esenciales de todos los procesos y sistemas educativos: incorporar a las nuevas generaciones al sistema de valores y creencias sobre el cual se basa la sociedad, que para tal efecto y en términos reproductivos crea y financia su sistema educativo. Es esta concepción y actitud la que se observa cuando los programas de formación inicial de profesores de ciencia se hacen objeto de investigación (Gallego Badillo et ál., 2004).

Esta clase de aprendizaje se hace urgente frente al problema del cambio climático (Gallego Badillo et ál., 2004) y ante los resultados no satisfactorios de la asignatura o de los contenidos de la denominada educación ambiental, que no ha pasado de ser algo que los estudiantes han de aprender con el fin de superar escolarmente las exigencias de ocupaciones del profesorado encargado de estos asuntos.

Se piensa que la formulación de este aprendizaje —que implica conceptual y metodológicamente el anterior, del cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico—, su concepción desde la complejidad de lo cultural, exige de los formuladores de proyectos de formación de profesores un discurso acerca de esta clase de aprendizaje. Para tal efecto, es indispensable pensar la química como parte de la cultura de los tiempos que corren. Además, se ha de proceder a recontextualizarla en el proceso de la conversión de la actividad científica propia de los profesionales químicos, de conformidad con el entorno en el que se encuentra la institución educativa. De nuevo, es necesario dejar las posiciones “universalistas”, con el fin de abandonar dicha perspectiva, la mirada “europeizante” (Eslava, 2004) y la “estadounideizante”; las cuales, por supuesto, imperan en la mayoría de los textos de enseñanza.

Aprendizaje como transformación. Estas conceptualizaciones acerca del aprendizaje, basadas todas en la propuesta epistemológica de revolución científica de T. S. Kuhn (1973), han sido objeto de críticas por parte de los investigadores en didáctica de las ciencias. Específicamente, es la categoría de “revolución científica” la que ha sido objeto de críticas por parte de los historiadores de las ciencias (Bowler y Morus, 2007). De ahí que los responsables de este proyecto optaran por examinar el aprendizaje experimentado por los profesores de química en formación inicial desde otra perspectiva no revolucionaria, la de “transformación conceptual”. Para ocuparse de su conceptualización, se reservó un numeral aparte, con el fin de ofrecer una aproximación a lo que al respecto, delimitaron los responsables de este proyecto de investigación.

Una pedagogía de la química

Se ha sostenido que los pedagogos se ocupan de la educación, por lo que hablar de una pedagogía de las ciencias sería hablar de aquella que trata sobre la educación en ciencias, lo educativo de estas y la educabilidad que propician cuando la ciencia de los científicos es convertida, por transposición, en ciencia escolar (Gallego Badillo et ál., 2010). En cuanto a tal pedagogía, se centraría en problemas que tienen que ver con la formulación de los currículos respectivos y sus planes de estudio, con la evaluación de los resultados obtenidos, a través de los recursos que se han dispuesto, el desempeño de las directivas académicas y de los profesores, como también con estrategias de enseñanza y calidad de los aprendizajes lograda por los estudiantes. En la actualidad esos currículos se formulan para la reconstrucción y construcción de competencias.

Plantear lo educativo de cada una de las ciencias significa aproximarse a la convicción de que estas, junto con las tecnologías, hacen parte importante de la cultura de los tiempos que corren (Vessuri, 1992) y están conformadas por modelos científicos como estructuras conceptuales y metodológicas características. Esos modelos, además, se expresan en lenguajes que son propios de cada uno de ellos, fuera de que son concepciones acerca de una porción de naturaleza que proporcionan miradas puntuales sobre los fenómenos o interacciones que ellos mismos determinan. En consecuencia, lo educativo de cada una de las ciencias de la naturaleza radica en que posibilitan la aproximación y la inmersión de las nuevas generaciones en lo que aquellas significan, dependiendo, por supuesto, de la enseñanza que se imparte y la formación inicial y continua de los profesores.

Dada la educabilidad que con ellas se propicia, relacionada con las anteriores, es preciso preguntar de qué maneras el proceso educativo en ciencias genera los espacios y las interacciones necesarias con el fin de que los estudiantes construyan poco a poco las concepciones y los comportamientos requeridos para adentrarse críticamente en esa cultura del mundo que les tocará vivir, cada vez más afectado por los productos de las investigaciones científico-tecnológicas convertidos en mercancía. Esa educabilidad ha de formularse en términos de una alfabetización científica y tecnológica básica (Fouréz, 1994), asumida como un derecho, que les permita tomar partida frente a los embates de la publicidad y ante las políticas de desarrollo científico y tecnológico, y, hoy, también ante el problema del aumento promedio de la temperatura global causado por los gases de efecto invernadero y el indiscriminado uso de los plásticos no biodegradables (Gallego Torres y Gallego Badillo, 2009; Leff, 2000; Lobelock, 2007).

En cuanto a la pedagogía de la química, sobre la educación en esta disciplina es poco lo que habría que agregar además de lo afirmado en cuanto a las ciencias en general, salvo que la formulación de los currículos obedece a una estructuración basada en asignaturas con objetos de estudio e investigación diferenciados en sus modelos conceptuales y metodológicos y en sus objetivos: química orgánica, química inorgánica, fisicoquímica y el agregado de la bioquímica. Se reconocen los esfuerzos curriculares de los planes de estudio por armar a los estudiantes con el aprestamiento dado por las asignaturas de química general, introducidas en los primeros dos semestres académicos, con el fin de presentar una unidad conceptual, en primer lugar, desde una fisicoquímica elemental y una síntesis de los modelos cuánticos, que están por ser sometidos a una evaluación sistemática de sus efectos formativos. Además, con

las asignaturas que fundamentan los currículos de formación inicial de profesores, que determinan las intencionalidades de estos y de cada una de las asignaturas que conforman los planes de estudio. En esta dirección van las competencias que como profesionales (Levy Leboyer, 1999) de la educación (Landscheere, 1987) en química (Pérez Miranda et ál., 2004) han de reconstruir esos profesores en formación inicial. Ha de ser una reconstrucción y construcción que ha de estar acompañada por competencias cognoscitivas como las de leer, escribir y hablar desde los lenguajes de cada una de las asignaturas químicas, de la historia, de la epistemología, de los propios y de los diferentes campos de investigación de la didáctica de las ciencias (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2006).

Vendría lo educativo de la química, lo que tendría que ver con una reflexión acerca de en qué medida la escolarización de esta posibilita que los estudiantes, en general, y los profesores en formación inicial se aproximen constructivamente a los lenguajes que identifican a cada una de las asignaturas que conforman los planes de estudio. En este sentido, igualmente, adentrarse ellos en la convicción de que la química hace parte de la cultura de estos tiempos, con miras a superar la mirada habitual que, en los países periféricos (Kreimer, 2009) la reduce a aprendizaje de procedimientos técnicos y a la aplicación de procesos estandarizados; casi que un entrenamiento para el ejercicio como mano de obra especializada en función de otros profesionales o como un operario de cada uno de los sistemas educativos (Mumford, 2006).

La educabilidad se propicia con la conversión de la química de los investigadores en química escolar —disciplina académica ligada al proyecto político y económico que orienta a cada sistema educativo— y, especialmente, con las decisiones de apoyar, primero, a los investigadores y, segundo, a los programas de formación inicial y continua de estos profesores, de conformidad con ese proyecto. En dicho contexto y desde la historia social de las ciencias en general, y de la química en particular, la pregunta es ¿hasta dónde esta disciplina, que se hace objeto de enseñanza en el aula, tanto en la educación secundaria como en la formación inicial y continua de profesores, posibilita una discusión crítica de aquello que ha de significar para las nuevas generaciones dicha educabilidad?

Capítulo 3.

Consideraciones metodológicas

Aquí se recogen las determinaciones, los resultados de las elaboraciones que siguieron después de 1970, cuando un grupo de personajes formados en ciencias decidieron ocuparse investigativamente de identificar y caracterizar la versión de ciencia que se impartía en las instituciones educativas. Dentro de esta intencionalidad, se hizo necesario crear el campo acerca de la formación inicial y la concepción de profesor de ciencia; campo del que se han ocupado quienes firman este proyecto.

En cuanto al problema de investigación

Para los responsables de la investigación, las aproximaciones propuestas dieron pie para preguntar:

¿Cuáles son las transformaciones conceptuales identificadas y caracterizadas que elaboran los profesores en formación inicial, en sus promociones de primer a tercer, de tercer a quinto y de quinto a séptimo semestres, acerca de la ciencia y de la química?

¿Qué concepción actual de ciencia se socializa en los programas académicos para la formación inicial de profesores?

¿Qué versión de química se enseña?

¿Se trabajan los contenidos curriculares acudiendo a la historia?, ¿desde qué versión de historia de las ciencias se lleva a cabo la enseñanza?

¿Se hacen conscientes los profesores de ciencias y de química en formación inicial del compromiso epistemológico implícito en los contenidos curriculares que trabajan en el aula?

¿Cuál es la concepción de ciencia y de química a la que se aproximan a lo largo del tránsito por los semestres académicos de sus respectivos programas?

Algunas hipótesis

Estas se delimitan como sigue:

- La concepción de ciencia y de química que se socializa en los programas de formación inicial de profesores es la de la aproximación epistemológica positivista.
- La versión de química en la que son formados es también la positivista.
- En los contenidos curriculares que se trabajan en el aula no se acude a su construcción histórica.
- Impera la idea de que la historia de las ciencias en general, y de la química en particular, es la narración lineal de descubrimientos llevados a cabo por individuos geniales, europeos y estadounidenses.
- Los profesores en formación inicial no logran una elaboración crítica acerca de la versión epistemológica de ciencia y de química desde la que se les transmiten los contenidos curriculares.
- Predomina el reduccionismo fisicalista.
- La concepción de ciencia y de química que se hace objeto de enseñanza en estos programas académicos es la históricamente habitual y adoptada para los ciudadanos de los países periféricos (Kreimer, 2009), cuya historia de producción en ciencia y tecnología no es destacable.

En cuanto a la transformación de las concepciones

Para tal efecto se seleccionaron grupos de conceptos pertenecientes a distintos modelos científicos propios de las asignaturas de la química y relacionados con la didáctica y la pedagogía de la química, con el objeto de diseñar cuatro instrumentos para la

recolección de información de los profesores en formación inicial, que cursan los semestres académicos ya señalados en este proyecto y cuyos resultados se cruzarán para una aproximación a dicha evolución. Anótese que en el proyecto inicial, tal como fue evaluado y aprobado, el objetivo fue el de identificar y caracterizar la “evolución” de las concepciones de los profesores de química en formación inicial, en las respectivas promociones de primer a tercer, de tercer a quinto y de quinto a séptimo semestres. Las críticas que se destacaron, interrogaron sobre la diferencia entre el concepto darwiniano de evolución (selección natural y especiación, entre otros conceptos) y el que se introducía para identificar y caracterizar los aprendizajes, lo cual condujo a los responsables del proyecto a cambiarlo por el de transformación. Una decisión que implicó la revisión de la propuesta epistemológica evolucionista de S. Toulmin (1977) y la propuesta sobre la evolución de la tecnología de G. Basalla (1991).

Criticada la categoría kuhniana de “revolución científica”, en la que se fundaron todas las propuestas de aprendizaje como cambio, en el sentido de un “borrón y cuenta nueva” en el que los estudiantes abandonaban definitivamente sus concepciones anteriores —no solo elaboradas como consecuencia de sus experiencias escolares, sino debidas a las concepciones de carácter cultural que le conferían pertenencia a su grupo social—, aquellas perdieron justificación, incluso con los resultados de las investigaciones didácticas obtenidos siguiendo esta dirección. Por el contrario, acudir, por los responsables de esta investigación, al concepto de transformación significó elaborar el convencimiento de que toda transformación es un proceso que sucede en un contexto espacio-temporal identificable y que no se produce de manera integral o total, como un acto mágico. De sucederse, se lleva a cabo parcialmente en cada uno de los componentes de una estructura conceptual y metodológica, desde los cuales cada quien ha arreglado sus relaciones con su entorno social, cultural y económico. Aceptada esta precisión, antes de aplicar las pruebas diseñadas se decidió interpretar los resultados delimitando las categorías de análisis que se definieron, para analizar y emitir un juicio sustentado sobre la formación inicial de profesores de química.

Los instrumentos para la recolección de la información

Con el fin de contrastar las hipótesis anteriores, se diseñaron y aplicaron los siguientes instrumentos, que fueron sometidos a evaluación por parte de pares reconocidos (Raftcliffe, 1983) y las sugerencias propuestas fueron acogidas de manera crítica para la reformulación definitiva de aquellos y sus respectivas aplicaciones, todo lo cual se especifican a continuación:

- Un cuestionario, Cuestionario n.º 1, centrado en conceptos seleccionados acerca de la química como disciplina académica, su historia, su epistemología y su didáctica, con el que se les solicitará a los profesores en formación inicial en el 2011 y en los semestres académicos ya señalados que expresen las concepciones que han elaborado respecto de cada uno de ellos. Aplicado este cuestionario en 2012, de acuerdo con la planeación indicada, la tabulación de los resultados y su análisis será base para emitir un juicio acerca de la evolución de los significados de estos conceptos. La referencia para la evaluación será aquello que sostienen las comunidades de especialistas, de conformidad con la bibliografía en la que se soporta esta investigación.
- Una *prueba de composición*, en la que se les solicitará a los profesores en formación inicial en las dos fases del proyecto, 2011 y 2012, que relacionen los conceptos del Cuestionario n.º 1, en un discurso en el que deben encadenarlos siguiendo la lógica que consideren válida. Es esta prueba la que contribuirá a una aproximación en torno a la evolución de las concepciones iniciales acerca del discurso químico, de la didáctica de la química, en la perspectiva de esa formación inicial como profesores de química. Por tanto, la comparación entre los resultados iniciales y finales que se obtengan será la base para juzgar sobre la formación discursiva que han logrado. En ella, y de manera no directa, se hallan implicadas las competencias interpretar, argumentar y proponer, fundamentadas en leer, escribir y hablar en los lenguajes conceptuales y metodológicos de la química, de su historia y su epistemología y de su didáctica.
- Un segundo cuestionario, el Cuestionario n.º 2, relativo a la didáctica de las ciencias, en el que se le solicita al evaluado, en la primera instancia del proyecto, 2011, que se posicione en relación con cada uno de los campos de investigación en didáctica de las ciencias. La evolución estará dada por las precisiones de las referencias a estos campos que hagan los profesores en formación inicial, quienes deberán reconocer, finalmente, una didáctica de las ciencias como disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada, en el marco de una comunidad internacional de investigadores que publican en diferentes revistas

especializadas. De hecho, ello implica la oportunidad que se les ha dado a lo largo del desarrollo del currículo, no solo de conocer la existencia de algunas de estas revistas disponibles, sino de leerlas críticamente, escribir ensayos al respecto y discutir con los otros los contenidos de artículos seleccionados.

- Una *prueba tipo Likert* (Porlán, 1998), cuyas afirmaciones posibiliten, de conformidad con las opciones presentadas y adoptadas por estos profesores en formación inicial, allegar información acerca de cómo van elaborando los cambios de sus concepciones históricas, epistemológicas y didáctica en torno de la química como disciplina académica y de su futuro ejercicio profesional. Juzgar esa evolución con esta prueba exige una comparación cuidadosa de los cambios en esas opciones; es decir, de cómo algunas de ellas varían entre “Completamente de acuerdo”, “De acuerdo”, “No sé qué decir”, “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo”, dentro del marco de lo que admiten las comunidades de especialistas.

Si bien las opciones para cada una de las afirmaciones son en sí discontinuas, no obstante, es aceptable una aproximación en la que se promedien para cada grupo, en un antes y después, las puntuaciones que indiquen ciertas tendencias que muestren los cambios o estancamientos, en lo histórico, lo epistemológico, lo químico y lo didáctico. Se sintetizarán en una primera tabla en la que las categorías organizadoras serán: epistemológicas, positivista, popperiana, kuhniiana, lakatosiana y una quinta en la que las opciones no posibilitan ubicarlas en ninguna de las anteriores. Se puntualiza que las reconstrucciones de la historia de las ciencias y, por supuesto, de la química están epistemológicamente comprometidas. De la misma manera ocurre con las aproximaciones a una didáctica como disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada.

En este nuevo movimiento acerca de la química como ciencia no es posible comprender el surgimiento de la didáctica de las ciencias en general, y la de la química en particular, si la formación inicial de profesores de esta ciencia no se adentra en los correspondientes análisis de los discursos propiamente químicos, de sus versiones didácticas y de las líneas de investigación que emergieron a partir de la década de los setenta del siglo XX, como consecuencia de que, justamente y a la luz de esa “revolución epistemológica”, muchos profesionales se organizaron en colectivos de investigadores de los problemas que tenían que ver con la enseñanza, incluida la formación de profesores.

Para esta prueba tipo Likert se hace necesario promediar los puntajes de las opciones, para elaborar una segunda tabla en la que esos promedios de cada grupo de profesores de química en formación inicial, según lo programado para 2011 y 2012, permita establecer, en primer lugar, cuál es la calidad del saber químico al que son aproximados y, en segundo lugar, hasta dónde ese saber se

halla encaminado, para reiterarlo, hacia la formación inicial de un profesor. Aun cuando no es discutible la diferencia de calidad entre ese saber para profesores, el de los investigadores en la didáctica y aquel que ha de impartirse para quienes han de ejercer como profesionales de la química, lo cierto es que cualquier confusión o diferenciación podría estar equivocada de manera radical.

Una intencionalidad es formar profesionales químicos para que se ocupen de transformar tecnológicamente los logros alcanzados durante la segunda mitad del siglo XIX, con una historia muy específica que solo incidió en la producción industrial después de estar constituida (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997). Es en esta concreción donde comienza el problema de una distinción entre la química que se hace objeto de enseñanza para quienes serán profesionales químicos —y, hay que decirlo, su desconocimiento de la historia de la institucionalización de la química como ciencia— y la misma ciencia con el propósito de la formación inicial de profesores; propósitos estos para los cuales tanto la historia interna como la externa tienen que ser columna vertebral del proyecto curricular (Matthews, 1994).

Interpretación de los resultados

Esta se hará desde los fundamentos conceptuales explicitados, específicamente sobre las concepciones históricas y epistemológicas de ciencia en general, y de química en particular, a la vez que las referidas a la didáctica y la pedagogía de esta disciplina científica. Para tal efecto se tabularán los resultados obtenidos con cada uno de los instrumentos, de conformidad con los criterios que se estipulan a continuación. Así, se establecieron las siguientes directrices:

Cuestionarios n.º 1 y 2

Criterios de análisis:

¿Hay un discurso en las definiciones y elaboraciones solicitadas? De ser así, es: AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible. a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica.

Prueba de composición

En el análisis se tendrán en cuenta los siguientes criterios. Estructura del texto: a) CD = Colección de definiciones. b) PEst = Posee una estructura. c) NC = No es coherente. Si posee una estructura, caracterizar la posición epistemológica de conformidad con los criterios: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de las anteriores.

Prueba tipo Likert

Para el diseño de esta se partió de las concepciones y el replanteamiento de esta prueba, en la elaboración de las afirmaciones, dentro de los fundamentos conceptuales del proyecto y sus objetivos. Estas afirmaciones abarcaron temáticas que se estipulan a continuación, en relación con cada una de las afirmaciones de esta prueba:

Epistemológicas = 1, 2, 4, 6, 19, 25 y 27; total = 7. Químicas = 3, 7, 9, 12, 13, 18, 20, 22, 24 y 28; total = 10. Didácticas = 5, 10, 14, 17, 21, 23, 26 y 29; total = 8. Históricas = 8, 11, 15, 16 y 30; total = 5.

Para una relación entre los resultados obtenidos con la prueba tipo Likert y los recaudados con los de los cuestionarios, las relaciones cruzadas que se establecerán son:

Cuestionario n.º 1.

A continuación se enumeran los conceptos de este cuestionario y su relación con las afirmaciones de la prueba tipo Likert (Lk). Los números en negrillas corresponden a los conceptos señalados en esta prueba:

1. Lk. 1. 2. Lk. 2, 4, 12. 3. Lk. 13. 4. Lk. 22. 5. Lk. 22. 6. Lk. 13. 7. Lk. 6, 9, 20, 24. 8. Lk. 8 y 11. 9. Lk. 16. 10. Lk. 7. 11. Lk. 16. 12. Lk. 23. 13. Lk. 18, 27. 14. Lk. 24. 15. Lk. 4. 16. Lk. 15, 25. 17. Lk. 5, 10, 14, 17, 21, 23, 26, 29.

Cuestionario n.º 2

Siguiendo un ordenamiento análogo, los números en negrillas aluden a las líneas de investigación propias de la didáctica de las ciencias enlistadas en esta prueba y su correspondencia con las respectivas afirmaciones de la Likert:

1. Lk. 21. 2. Lk. 23. 3. Lk. 17, 23. 4. Lk. 5, 21, 25. 5. Lk. 14, 29. 6. Lk. 23. 7. Lk. 26.

Para efecto de discriminación, C1 hace referencia al Cuestionario n.º 1 y C2, al Cuestionario n.º 2. Los números en negrilla corresponden, según el caso, a los conceptos de C1 y a las líneas de C2: La correlaciones que se propusieron fueron:

1 del C1 con la 1 del C 2. La 1 y la 2 del C1, con la 1 y la 3 del C2. La 2 y la 4 del C1, con la 6 y la 7 de C2.

La composición

Con ella se busca inferir si el programa correspondiente contribuye o no a la construcción de una profesionalidad y, por tanto, a una identidad profesional que hace de ellos una comunidad de especialistas, encargados, desde una concepción histórico-epistemológica, de tomar distancia de una química reducida al entrenamiento para el uso de técnicas estandarizadas de análisis y de métodos de enseñanzas también estandarizados.

Por lo demás, se trata de una investigación de carácter cualitativo interpretativo de exploración en dos instancias, una en la iniciación del trabajo, sobre las concepciones de las temáticas específicas que han elaborado los profesores y estudiantes de los programas de formación de licenciados en ciencias, y otra, al final del trabajo, sobre la evolución que han experimentado dichas concepciones por acción de la labor docente durante el tiempo establecido por el proyecto (segundo año de este).

En este orden de ideas, para el análisis se acordaron y utilizaron las siguientes categorías:

¿Hay un discurso? De ser así, es: AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

En lo tocante a una posición epistemológica deducible del análisis de las composiciones, se acudió a las siguientes categorías:

a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de las anteriores.
PE = Posición ecléctica.

Capítulo 4. Resultados, análisis y discusión

Se presentan los resultados obtenidos en la Universidad Pedagógica Nacional, mediante la aplicación de las cuatro pruebas a los profesores en formación inicial de I, III y V en el semestre 2011-I y nuevamente implementadas con los mismos estudiantes (semestres III, V y VII) en el periodo 2012-I. Estos se presentan destacando el paso de una promoción a otra en tres partes: del primero al tercer semestre; del tercer al quinto semestre y del quinto al séptimo semestre.

Parte I: promoción del primer al tercer semestre

Cuestionario n.º 1

Según los criterios: ¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Primer semestre - 2011 I

Preguntas Código			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1101			NA	CP	CP	CP	NA	NA	NA	CP	CP	NA	NR	CP	PE	NA	CNP	NR	CP
1104			CP	CP	CP	NA	NR	CP	CP	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NA	CP	CP	CP
1107			CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	CP	NA	CP	NR	CP	CP	CNP	CP
1112			NR	CP	NA	NR	NR	CP	NR	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NR	CP	CP	CNP
1114			CP	NA	NA	CP	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP
1117			CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	CP	CP	CP	NR	CP	NR	CP	CP	CP	CP
1118			CP	CP	NA	CP	CP	CP	NA	CP	CP	CP	CP	CP	NR	CP	CP	CP	CP
1120			CP	CP	CP	CP	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP
1122			CP	CP	CP	NA	CP	CP	NR	CP	CP	NR	NR	CP	NA	CP	CNP	CP	CP
1124			CP	CP	CP	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NR	CP	CP	NA	NA	PE	CP	CP
1125			CP	CP	NA	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	NA	CP	NA	CP
1129			CP	CP	NA	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	CP	NR	NR	NR
1130			NA	CP	NA	CP	NR	NA	NA	NA	NA	NR	NR	CP	NR	NR	NA	CP	NR
1133			CP	CP	NA	NA	NR	NA	NA	NA	CP	NR	NR	CP	NR	CP	CP	CP	NA
1137			CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	NR	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	NA
1139			CP	CP	NA	CP	NR	CP	NR	NA	CP	NA	NR	CP	NA	NA	CP	NA	CP
1141			CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CNP	NR	NR	CNP	CNP	CNP
1146			CP	CP	NA	CP	NR	CP	NR	NA	CP	NR	NR	CP	NR	CP	CP	CP	CP
1149			NR	CP	NA	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	CP	NA	CNP	CP	CP
TOTAL	AD	CP	15	18	9	14	3	16	2	14	18	5	5	17	1	9	12	12	13
		CNP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	2	2
		PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	NA		2	1	10	4	9	3	13	4	1	8	5	1	8	7	1	3	2
	NR		2	0	0	1	7	0	4	1	0	6	9	0	9	3	1	2	2

Tabla n. ° 1 Resultados del Cuestionario n. ° 1, primer semestre - 2011 I.

Puesto que fueron finalmente 19 los profesores en formación inicial con los que se trabajó, los análisis de las respuestas permitieron concluir que, hasta cierto punto, y en relación con las respuestas a las preguntas 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 15, 16 y 17, en torno

a las concepciones sobre ciencia, química y su historia, ingresaron con un predominio de la aproximación epistemológica positivista. Aquellas respuestas que se clasificaron como CNP y PE son, en relación con el total, prácticamente insignificantes.

En cuanto a los conceptos 5 (Mecánica cuántica), 10 (Gases ideales), 11 (Ley de periodicidad) y 13 (Leyes ponderales), se destaca el significativo número de no respuestas (NR): 7, 6, 9 y 9. Se resalta para estos conceptos el número de respuestas no admisibles, (NA), así, para el tercero 10, para el cuarto 4, para el quinto 9, para el sexto 3, para el séptimo 13, para el octavo 4, para el décimo 8, para el undécimo 5, para el décimo tercero 8, para el décimo cuarto 7 y para el décimo sexto 3. Lo cual da razón de que en este nivel inicial del proceso formativo las elaboraciones conceptuales de la población son mínimas.

Tercer semestre - 2012 I

Preguntas Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1101	CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	PE	NR	NA	CP	NA	CP
1104	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CP	CP	CP
1107	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	CP	CP	NR	PE	CP	NA	CP	CP
1112	CP	CP	CP	CP	NR	NA	NR	CP	CP	NR	NR	CP	NR	NA	CP	NA	CP
1114	NA	PE	CP	CP	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	PE	NA	CP	NR	CP	NA
1117	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CP	NA	CP
1118	CP	PE	CP	NA	NA	NA	NA	NA	CP	NR	CP	PE	NR	NA	PE	NA	NA
1120	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NR	NR	NR	NR
1122	CP	CP	CP	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NA	NA	CNP	NA	CP
1124	CP	CP	NA	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CNP	NA	CP	NA	NA	CP
1125	CP	CP	CP	CP	NR	NA	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	NA	CP	PE	CP
1129	CP	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	NR	CP	NR	NA	NA	NA	NA	NA	CP
1130	PE	CP	NA	NA	NR	NA	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	NA	CP	CP	CP
1133	CP	NA	CP	CP	NR	CP	NA	NR	NA	NA	NA	CP	NR	NA	CP	CNP	NR
1137	CP	CP	NA	CP	NA	NA	NA	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	CP	CP
1139	CP	CP	CP	NA	CP	NA	NA	NA	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	CP
1141	NA	CP	CP	CP	NR	CP	NR	CP	CP	NR	NR	PE	NR	CP	CP	CP	CP
1146	CP	CP	NA	NA	NR	NR	CP	NA	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NA	NA	NR
1149	CP	CP	CP	CP	NR	NA	NA	CP	CP	NA	NR	CP	NA	CP	CP	CP	CP

TOTAL	AD	CP	16	16	14	10	3	9	3	11	15	5	8	11	2	6	11	8	14
		CNP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
		PE	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1	1	0
	NA	2	1	5	9	9	9	14	6	2	11	6	1	8	11	4	8	2	
	NR	0	0	0	0	7	1	2	2	2	3	5	2	8	2	2	1	3	

Tabla n.º 2. Resultados Cuestionario No. 1, tercer semestre - 2012 I.

Obsérvese que en los conceptos 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 15 y 17, las elaboraciones dadas por estos profesores de química en formación inicial se clasificaron dentro de la aproximación epistemológica positivista (CP), por lo que en el tránsito del primer semestre al tercero no hubo una transformación conceptual destacable.

Para los conceptos 5 (Mecánica cuántica), 10 (Gases ideales), 11 (Ley de periodicidad) y 13 (Leyes ponderales), el número de no respuesta (NR) fueron 7, 3, 5 y 8 respectivamente. Con respecto al quinto se mantiene la ponderación, mientras que en el décimo y el undécimo hubo una disminución destacable, no así con respecto al décimo tercero. Las no admisibles (NA), se calificaron para la tercera 5, la cuarta 9, la quinta 9, la sexta 9, la séptima 14, la octava 6, la décima 11, la undécima 6, la décimo tercera 8, la décimo cuarta 11 y la décimo sexta 8. Júzguese en consecuencia, que las transformaciones conceptuales no variaron apreciablemente.

Cuestionario n.º 2

Según los criterios: ¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica. Se obtuvo:

Primer semestre - 2011 I									
CÓDIGO		1	2	3	4	5	6	7	
1101		CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	
1107		NA	NA	NA	CP	CP	NR	NR	
1112		NA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
1114		NA	CP	NR	NR	NR	NR	NA	
1117		CP	CNP	CP	CP	NA	NA	CP	
1118		NA	CP	NA	CP	CP	CP	CP	
1120		NA	CP	NR	NR	NR	NR	NA	
1122		CP	CNP	CP	CP	NA	NA	CP	
1124		NA	CP	NA	CP	CP	CP	CP	
1125		NR	NA	NA	NR	NA	NR	NA	
1129		NA	CP	NA	NR	NR	NR	NR	
1133		NA	CP	NR	NA	NR	NR	NR	
1139		CP	CNP	CP	NA	CP	NA	NR	
1141		NA	CP	NA	NA	CP	NR	NR	
1146		NR	NA	NA	CP	CNP	CP	NA	
1149		NA	NA	NA	NR	NR	NR	NR	
TOTAL PE	AD	CP	4	8	4	6	5	4	5
		CNP	0	3	0	0	1	0	0
		PE	0	0	0	0	0	0	0
	NA		10	4	8	4	4	3	4
	NR		2	1	4	6	6	9	7

Tercer semestre - 2012 I									
CÓDIGO		1	2	3	4	5	6	7	
1101		CP	CP	NA	NR	NA	NR	NR	
1107		CP	NR	NA	NR	CP	NA	NR	
1112		CP	NA	CP	NR	NR	NR	NR	
1114		NA	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
1117		CP	CNP	NA	NR	NA	NA	PE	
1118		CP	CP	NA	NA	CP	CNP	CP	
1120		CP	CP	NA	NR	CP	CP	NA	
1122		CP	CP	NA	NR	CP	CP	NA	
1124		CP	NR	NA	NR	CP	NR	NA	
1125		CP	NA	CP	NR	CP	NA	CP	
1129		NA	NR	NR	NR	NA	NR	NR	
1133		CP	CNP	NA	NR	CP	CNP	NA	
1139		CP	CP	NA	NA	CP	CP	NA	
1141		CP	CP	NA	NR	CP	CP	NA	
1146		CP	NR	NA	NR	CP	NR	NA	
1149		CP	NA	CP	NR	CP	NA	CP	
TOTAL PE	AD	CP	14	6	3	0	11	4	3
		CNP	0	2	0	0	0	2	0
		PE	0	0	0	0	0	0	1
	NA		2	3	11	2	3	4	7
	NR		0	5	2	14	2	6	5

Tabla n.º 3. Resultados obtenidos con el Cuestionario n.º 2, primer y tercer semestre.

En la línea de investigación 2 (Ideas previas de los estudiantes), en la 4 (Relaciones historia, epistemología y didáctica de las ciencias), en la 5 (Confiabilidad de los textos de enseñanza) y en la 7 (Pedagogía de la química), 8, 6, 5 y 5 de las respuestas dadas por quienes cursaban el primer semestre en 2011 fueron clasificadas como positivistas respectivamente. El número de las no positivistas (CNP), fue insignificante, predominando el cero.

En lo tocante a quienes no respondieron (NR), se destacan las puntuaciones en las líneas de investigación 4 (6), 5 (6), 6 (9) y 7 (7). Los números en paréntesis corresponden a la contabilidad de NR. Al mismo tiempo, obsérvese que para la línea 1 el número de respuestas no admisibles (NA) fue de 10 y para la 3, 8.

Al promoverse al tercer semestre en 2012, se nota que en el caso de la línea de investigación 1 (Concepciones históricas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas de los profesores), 4 respuestas fueron designadas como CP en las respuestas del primer semestre, y en el tercer semestre para esta misma línea, el número aumentó a 14. Algo análogo sucedió con la línea 5, que de cinco respuestas pasó a once, con la misma tendencia positivista. En la línea de investigación 2, se redujo de 8 a 6. En la 4, de 6 pasó a cero (se redujo de manera destacada). En el caso de la línea de investigación 5, de 5 respuestas clasificadas con esta categoría, en el tercer semestre aumentó a 11. En la línea 7 se redujeron de 5 a 3. El número de respuestas no positivistas (CNP) no fue significativo.

En cuanto a la contabilidad de quienes no respondieron (NR) en este tercer semestre de 2012, se destacan las líneas de investigación 2, con 5, la 4 con 14, la 6 con 6 y la 7 con 5. Aumentaron las de la 2 y, espectacularmente, las de la línea 4.

Respuestas para algunas líneas de investigación relevantes

Para ampliar la perspectiva del análisis se han agrupado las concepciones de los profesores en formación acerca de los atributos: ideas previas de los estudiantes, confiabilidad de los textos de enseñanza y concepciones sobre aprendizaje, como sigue:

Primer semestre - 2011 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1101	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1107	Ideas erróneas	Validez conceptual relativa	La manera como el estudiante aprende
1112	No responde	No responde	No responde
1114	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	No responde	No responde
1117	Lo que el estudiante ya conoce	Confiabilidad parcial	La manera como el estudiante aprende
1118	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1120	Ideas erróneas	No responde	No responde
1122	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	La manera como el estudiante aprende
1124	Preconceptos	No responde	Dificultades de aprendizaje

1125	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1129	Preconceptos	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1133	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Validez conceptual relativa	No responde
1139	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1141	Lo que el estudiante ya conoce	Confiabilidad parcial	La manera como el estudiante aprende
1146	Ideas erróneas	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1149	Preconceptos	No responde	La manera como el estudiante aprende

Tabla n. ° 4. Respuestas resaltadas en relación con la didáctica de las ciencias. 2011 I.

Estos resultados seleccionados parecen indicar que los profesores de química en formación inicial y en su primer semestre de introducción a lo que será su ejercicio profesional, no han accedido aún a una concepción fundamentada sobre la didáctica de las ciencias y de la química. Es un hecho, por supuesto, que obliga y remite a repensar los procesos de selección que oficialmente la Universidad Pedagógica Nacional y el Departamento de Química en particular han establecido para la admisión de aquellos aspirantes que terminan matriculados en el primer semestre de la Licenciatura en Química. De igual manera, formular la pregunta de por qué razones a lo largo de ese primer semestre no se les enfrenta críticamente con el objetivo final de su formación como profesionales de la educación, esto es, con el ejercicio de utilizar los contenidos curriculares para educar a las nuevas generaciones a través de la didáctica y la pedagogía de esta ciencia, en la perspectiva de ser intelectuales de ese ejercicio y no simplemente operarios del sistema educativo.

Tercer semestre - 2012 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1101	Lo que el estudiante ya conoce	Herramienta de trabajo	Dificultades de aprendizaje
1107	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1112	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	No responde	La manera como el estudiante aprende

1114	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	La manera como el estudiante aprende
1117	No responde	Información veraz y segura	No responde
1118	Lo que el estudiante ya conoce	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje
1120	Ideas erróneas	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1122	Lo que el estudiante ya conoce	Confiabilidad parcial	La manera como el estudiante aprende
1124	Ideas erróneas	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1125	No responde	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1129	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje
1133	No responde	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1139	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1141	Preconceptos	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje
1146	No responde	Validez conceptual relativa	La manera como el estudiante aprende
1149	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende

Tabla n.º 5. Respuestas resaltadas en relación con la didáctica de las ciencias. 2012 I.

Obsérvese que en las Tablas n.º 4 y 5, no hay cambios significativos en las concepciones acerca de estas líneas de investigación relevantes en didáctica de las ciencias, cuando estos profesores de química en formación inicial se promueven del primer al tercer semestre académico. Una de las razones sería que en las mallas curriculares del programa de Licenciatura en Química aún no han cursado a los seminarios propios de la formación en Pedagogía y Didáctica.

Prueba tipo Likert

Según las opiniones para cada afirmación: 1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo.

Primer semestre - 2011 I

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1101	2	4	3	2	4	3	4	3	2	2	3	2	3	3	1	3	2	3	4	4	2	2	2	3	4	2	3	3	4	3
1104	2	1	3	3	5	4	2	3	1	2	2	3	3	2	1	3	1	3	1	3	1	1	1	2	3	3	2	3	4	3
1107	1	2	3	2	5	4	3	3	1	1	3	2	2	3	2	2	2	3	4	3	2	1	2	2	3	2	3	2	4	3
1112	2	4	3	3	4	4	2	3	2	2	3	3	2	3	1	3	1	3	5	2	2	2	3	3	4	2	3	2	4	3
1114	1	2	5	2	5	5	5	4	1	1	3	1	2	3	1	2	1	3	1	5	1	1	2	5	4	2	4	2	5	4
1117	1	2	3	4	4	2	3	2	2	1	3	2	2	3	1	1	3	3	2	3	1	2	1	3	4	2	3	2	5	3
1118	1	1	3	2	1	3	3	3	2	2	3	2	2	3	1	1	3	3	2	3	1	2	1	3	4	2	3	2	5	3
1120	1	2	3	4	4	4	3	4	1	1	2	2	2	3	1	2	1	2	4	2	2	3	2	4	4	4	4	2	4	3
1122	1	2	3	2	4	4	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	4	4	3	3	4	4
1124	2	4	3	2	4	4	3	5	1	4	2	4	1	2	1	2	2	3	1	3	1	2	1	2	2	5	4	2	2	1
1125	1	4	1	2	5	4	4	4	2	2	NR	2	2	4	1	2	2	4	2	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4
1129	2	4	3	5	4	5	3	3	2	4	3	4	2	3	1	4	1	3	5	3	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3
1130	1	3	3	2	4	2	2	2	4	1	3	2	1	1	1	1	2	3	4	1	1	1	2	3	2	2	2	1	2	3
1133	5	2	5	2	4	5	5	3	3	1	2	3	2	5	2	2	1	2	2	4	1	2	1	1	4	3	2	1	1	4
1137	1	2	2	2	4	4	4	2	5	2	3	2	5	4	2	2	2	4	2	2	1	2	2	1	4	2	2	3	4	4
1139	4	2	3	2	4	4	2	2	1	2	3	3	4	2	1	2	1	3	4	2	2	2	1	4	4	2	4	2	4	4
1141	4	2	3	2	5	4	3	2	1	1	4	2	2	3	1	2	2	2	1	3	2	1	2	2	4	1	2	1	1	3
1146	5	4	2	4	5	4	5	3	1	1	3	3	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	3	3	4	2	4	2	4	3
1149	5	2	5	2	4	5	5	3	3	1	2	3	2	5	2	2	1	2	2	4	1	2	1	1	4	3	2	1	1	5

Tabla n.º 6. Puntuaciones prueba tipo Likert, primer semestre - 2011 I.

Recoge las puntuaciones que los profesores de química en formación inicial dieron a las opciones establecidas para cada una de las afirmaciones de esta prueba. Como puede notarse por simple inspección y sin reparar en el contenido de cada una de las treinta afirmaciones, de las 570 opciones esperadas, el hecho de que 186 de ellas correspondan a “No sé qué decir” sugiere que, en este primer semestre de 2011, quienes inician su proceso de formación inicial como profesores de química, se hallan en una situación en la que, con respecto a las afirmaciones correspondientes, presentan dudas para tomar opciones que están a la izquierda o la derecha de este punto central. Lo anterior, en comparación con cierto predominio relativo de la opción “Totalmente de acuerdo”, en el que la contabilidad arroja 45 de esas 570. En el otro extremo, “Totalmente en desacuerdo”, en que, contabilizada la mayor frecuencia de

las opciones “4”, estas suman cincuenta y dos. Las demás opciones, 2 y 5, se nota que siguen cierta distribución esperada. Señálese que uno de los profesores en formación inicial no seleccionó alguna opción.

Tercer semestre - 2012 I

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1101	2	4	4	2	4	3	3	3	2	1	3	4	4	2	1	2	2	3	4	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3
1104	3	1	3	4	NR	4	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	4	3
1107	4	2	3	1	5	4	3	2	4	2	3	2	1	2	1	1	2	3	4	1	2	1	1	2	4	2	4	2	4	2
1112	4	3	3	4	4	3	3	2	1	2	4	4	2	1	1	2	3	4	2	1	2	2	3	3	2	4	2	4	4	4
1114	1	2	4	5	1	1	4	3	1	5	3	2	2	2	1	5	2	3	4	2	2	2	1	3	5	2	4	2	4	4
1117	1	2	3	2	5	2	3	2	5	2	3	2	2	3	1	2	3	2	2	1	2	1	1	2	4	2	2	2	1	2
1118	1	3	3	3	4	5	4	3	1	3	2	3	2	3	1	2	2	3	4	3	3	3	2	3	4	3	3	2	2	3
1120	1	2	3	2	4	2	3	2	2	3	2	4	3	2	2	1	3	5	2	2	2	2	4	2	2	4	2	4	2	3
1122	2	2	3	2	4	3	3	3	1	1	3	2	2	3	1	1	2	3	2	2	2	1	2	2	5	4	3	3	2	3
1124	2	4	2	2	5	3	5	2	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	2	5	4	3	2	3
1125	1	4	2	4	5	3	4	2	1	1	3	2	4	3	1	2	1	2	5	1	2	2	1	3	4	4	5	2	4	3
1129	5	5	4	5	5	2	5	2	2	2	5	2	2	2	2	1	1	1	5	2	2	2	1	2	1	5	4	2	5	5
1130	4	4	3	2	2	3	2	3	1	5	3	4	4	3	5	4	5	3	5	4	4	2	5	3	4	4	3	4	5	4
1133	1	2	3	2	5	2	2	3	1	2	3	2	2	3	1	4	2	3	2	1	1	2	2	3	1	1	1	2	2	2
1137	4	4	5	4	5	5	2	3	2	1	3	4	1	3	1	1	2	3	4	2	2	2	4	4	4	2	4	2	5	3
1139	1	3	3	2	4	2	4	4	4	2	3	2	3	3	2	4	1	3	2	2	2	3	2	2	4	2	3	2	4	3
1141	4	4	2	2	4	3	2	2	1	1	4	2	4	3	1	3	2	2	2	1	1	1	2	3	3	4	5	2	4	5
1146	2	2	4	5	4	2	5	5	1	1	3	2	2	4	3	2	2	3	2	2	2	2	1	2	4	3	2	2	4	3
1149	2	4	3	2	4	4	5	4	2	2	3	2	3	3	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	2	2	4	2	4	3

Tabla n.º 7. Puntuaciones prueba tipo Likert, tercer semestre - 2012 I.

Presenta las puntuaciones que los profesores de química en formación inicial dieron a las opciones establecidas para cada una de las afirmaciones de esta prueba, cuando se promovieron al semestre indicado. Obsérvese, de nuevo, el número total de opciones sin discriminar el contenido de las afirmaciones. En cuanto a la opción 3, “No sé qué decir”, el conteo realizado muestra que, de las 570 opciones esperadas, en este caso, fue de 81, por lo que el predominio de esta se redujo en más del 50%. En el otro extremo, 1, “Totalmente de acuerdo”, contabilizaba la totalidad de las puntuaciones predominantes correspondientes, encontrándose un predominio de 44 opciones, algo que podría sugerir que, posiblemente, no hubo un cambio significativo destacable.

Elegida la opción 4, “En desacuerdo”, en este examen general que se hace, en términos de una contabilidad sin mayores intenciones explicativas, las opciones, tomadas como totalidad alcanzan al valor de 81.

Un análisis complementario de la prueba tipo Likert

En la siguiente tabla se suministran las opciones que los profesores de química en formación inicial puntuaron, de conformidad con las categorías desde las cuales los responsables del proyecto decidieron investigar las transformaciones que experimentaron en su promoción del primer al tercer semestre. Para tal efecto, se hizo una clasificación, de manera general, acerca de como puntuaron los profesores de química en formación inicial.

Siguiendo la metodología ya especificada, respecto del análisis necesario se presentan las siguientes tablas. De las tabulaciones, es posible inferir que en la promoción académica del primer al tercer semestre podría haberse dado una transformación conceptual entre aquellos que fueron admitidos para cursar ese inicio, en el que tuvieron necesariamente que desarrollar los contenidos curriculares, en primer lugar, con una versión acerca de la construcción histórica.

Sigue en este documento la tabulación que se hizo y que se presenta a continuación de las opciones tomadas por los profesores de química en formación inicial, tanto en su primer semestre como cuando lograron promoverse al tercero. La tabulación elaborada da pie para inferir, inicialmente, cuál fue la transformación conceptual experimentada por este grupo y, por supuesto, deja margen para elaborar algunas inferencias acerca del proceso de formación de profesionales de la educación en el que se les ha involucrado, incluso en esa fase inicial, que es transitar por los semestres seleccionados.

El propósito fue cotejar las opciones tomadas por los profesores de química en formación inicial, cuando cursaban su primer semestre en 2011, con aquellas por las que se decidieron cuando se promovieron al tercer semestre en 2012 I. Para ello se elaboró la tabla que se presenta a continuación, discriminando las categorías objeto de análisis y las afirmaciones del grupo responsable de la presente investigación, para emitir

un juicio en torno a la transformación conceptual alcanzada, como consecuencia de haber atendido a las asignaturas propias de primer, segundo y tercer semestres del proyecto curricular de Licenciatura en Química.

El lector ha de percatarse de que, mediante una lectura desprevenida, no hay una distribución homogénea del número de afirmaciones que se formularon, es decir, no existe una igualdad en el número de esas afirmaciones para cada una de las correspondientes categorías, siendo las de “Historia”, menores que las de las otras categorías. Ello se debió a que no hubo un plan preconcebido, como tampoco se consideraron unas de mayor importancia con respecto a las otras. El mayor número de afirmaciones corresponde a la categoría “Química”, sin que ello sugiera que los responsables del proyecto sean partidarios de la vieja idea de que para ser profesor de química basta con dominar esta ciencia o, por lo menos, los contenidos de ella que se hacen objeto de enseñanza. En esta dirección, la prueba tipo Likert se tabuló y se clasificó como sigue:

PRIMER SEMESTRE - 2011 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	Número de estudiantes
Epistemológicas	1	9	5	0	2	3
	2	2	10	1	6	0
	4	0	13	2	3	1
	6	1	0	0	12	6
	19	4	6	0	7	2
	25	0	2	3	14	0
	27	0	6	7	6	0
Químicas	3	1	2	13	0	3
	7	0	4	8	3	4
	9	8	7	2	1	1
	12	1	10	6	2	0
	13	2	12	3	1	1
	18	0	5	12	2	0
	20	1	7	7	3	1
	22	7	11	1	0	0
	24	3	5	7	3	1
	28	4	11	4	0	0

TERCER SEMESTRE - 2012 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	Número de estudiante
Epistemológicas	1	7	5	1	5	1
	2	1	7	3	7	1
	4	1	10	1	4	3
	6	1	1	0	9	7
	19	0	8	1	7	3
	25	2	4	3	8	2
	27	1	5	5	6	2
Químicas	3	0	3	11	4	1
	7	0	4	7	4	4
	9	10	6	0	2	1
	12	1	12	1	5	0
	13	2	10	3	4	0
	18	2	4	11	1	1
	20	7	10	1	1	0
	22	5	12	2	0	0
	24	0	8	10	1	0
	28	0	14	2	3	0

Didácticas	5	0	2	2	11	4
	10	9	8	0	2	0
	14	1	5	9	2	2
	17	8	9	2	0	0
	21	9	10	0	0	0
	23	8	9	2	0	0
	26	1	11	3	3	1
	29	3	3	0	10	3
Históricas	8	0	5	10	3	1
	11	0	5	12	1	0
	15	13	6	0	0	0
	16	3	12	3	1	0
	30	1	0	11	6	1

Didácticas	5	1	6	7	3	2
	10	7	8	2	0	2
	14	1	7	10	1	0
	17	5	10	3	0	1
	21	3	14	1	1	0
	23	7	8	1	2	1
	26	1	8	2	6	2
	29	1	5	1	9	3
Históricas	8	0	8	8	2	1
	11	0	2	14	1	1
	15	13	4	1	1	0
	16	6	8	1	3	1
	30	0	3	11	3	2

Tabla n. ° 8. Puntuaciones por opciones y por categorías.

Obsérvense los cambios en relación con la afirmación 2 (Los químicos se ocupan de analizar y de sintetizar nuevas moléculas), que va de 10 puntuaciones en “Estar de acuerdo” a 7 puntuaciones. La afirmación 4 (Los descubrimientos químicos fueron hechos por individuos geniales), que en el cambio de primero a tercer semestre va de 13 a 10 puntuaciones en la opción de “Estar de acuerdo”. La afirmación 25 (La formación de profesores ha de orientarse a la elaboración de modelos acerca del aprendizaje) las puntuaciones se modifican de 14 a 8 en la opción “En desacuerdo”.

En cuanto a la afirmación 3 (La energía libre de Gibbs define el equilibrio químico), las puntuaciones se desplazan de 13 a 11 en la opción “No sé qué decir”. En la afirmación 12 (Los gases se comportan idealmente cuando la presión aplicada tiende a cero), las puntuaciones varían de 10 a 12 en la opción “De acuerdo”. La afirmación 13 (Los bioquímicos se ocupan de investigar las reacciones que ocurren en las células), las puntuaciones se trasladan de 12 a 10 en la opción “De acuerdo”. En lo relativo a la afirmación 18 (Los didactas de la química investigan las relaciones enseñanza-aprendizaje), las puntuaciones cambian de 12 a 11 en la opción “No sé qué decir”. Si se repara en la afirmación 22 (La cinética química permite postular los mecanismos a través de los cuales transcurre cada reacción), las puntuaciones dadas son inicialmente 11, en el primer semestre, para luego, en el tercero, ser 12 en la opción “Estar de acuerdo”. En lo referido a la afirmación 28 (Se es profesor de química en la medida en

que los formadores de formadores se ocupan de que se aprendan los procedimientos químicos clasificados), las puntuaciones obtenidas variaron de 11 a 14 en la opción “Estar de acuerdo”.

Reparando en la afirmación 6 (La fisicoquímica es el fundamento de dicha disciplina), las puntuaciones iniciales fueron 11 en el primer semestre y 3 en el tercer semestre dentro de la opción “En desacuerdo”. Las puntuaciones de la 14 (En el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno los electrones saltan de un nivel de energía inferior a otro superior, al adsorber cierta cantidad de energía), se desplazaron de 9 a 10 en la opción “No sé qué decir”. En la afirmación 17 (Para concebir la tabla periódica fue indispensable la ley de periodicidad), las puntuaciones variaron de 9 a 10 en “Estar de acuerdo”. En el caso de la opción 21 (Los químicos orgánicos estudian los compuestos derivados del carbono), las puntuaciones dadas, con respecto a “Estar en acuerdo” cuando cursaban el primer semestre fueron de 10 y pasaron a ser 14 en su tercer semestre. Prestada atención a la afirmación 26 (El modelo del enlace covalente de coordinación explica la formación de los compuestos inorgánicos complejos), las puntuaciones pasaron de 11 a 8 en “Estar de acuerdo”.

Centrándose en la afirmación 8 (Kekulé propuso la estructura anular para el benceno), las puntuaciones dadas por estos profesores de química en formación inicial, pasaron de 10 a 8 en cuanto a “No saber qué decir”. Al analizar la afirmación 15 (La transposición didáctica es un campo de investigación de la didáctica de las ciencias), se observa que no hubo una transformación conceptual, puesto que se conservó el número de puntuaciones en “Totalmente de acuerdo”. Con respecto a la 16 (La alquimia, la teoría del flogisto, la de la oxidación y la estructural son etapas históricas de la construcción de la química), las respectivas puntuaciones que marcaron en el primer semestre fueron 12 y las del tercer semestre 8 en la opción “Estar de acuerdo”.

Para un análisis global de las transformaciones conceptuales acaecidas con la promoción de estos profesores de química en formación inicial del primer al tercer semestre, la Tabla n.º 9 es pertinente. Se decidió centrar la atención en las mismas afirmaciones de la prueba tipo Likert realizadas con respecto a esa tabla. En esta se hace un resumen de los porcentajes de profesores de química en formación inicial que se decidieron por las opciones establecidas. Se persiguió, por tanto, disponer de una tabla general que posibilitó comunicar los resultados obtenidos, de tal manera que se accediera a una comprensión global acerca del cumplimiento de los objetivos planteados. Se

resalta que el interés ha de estar centrado, primero, en la transformación conceptual experimentada por aquellos profesores de química en formación inicial, y en el caso que se hizo objeto de estudio, en las delimitaciones establecidas.

Se puede concluir que en el proceso de formación experimentado con el paso del primer semestre al segundo y finalmente al tercero, los tratamientos didácticos y pedagógicos de los respectivos contenidos curriculares de las mallas correspondientes, al parecer no les posibilitaron a estos profesores en formación inicial iniciarse en una construcción sobre la historia, la didáctica y la pedagogía de la química. Ello podría significar que esos procesos de formación estarían inscritos en una visión tecnicista de la química, basada en el aprendizaje de definiciones y de algoritmos, sin ningún referente histórico. En síntesis, una preparación de estos profesores para cumplir un papel solo como operarios del sistema educativo, sin el objetivo de alcanzar la categoría profesional de “mano de obra calificada” y, al parecer, mucho menos, la de “intelectuales del ejercicio de la profesión de ser profesores y profesoras de ciencias”, caso específico de la química.

Sin embargo, hay que destacar que en la Universidad Pedagógica Nacional, desde años anteriores, los trabajos de grado de los profesores de química en formación inicial han encontrado el espacio para dar a conocer a la comunidad internacional que su formación se inscribe en el presupuesto de que para enseñar química hay que conocerla. Una afirmación que tiene connotaciones históricas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas.

Discriminación de porcentajes por categorías

En principio y en relación con la aplicación de la prueba tipo Likert, a continuación se presentan la suma de los porcentajes obtenidos al agrupar las opciones 1, “Totalmente de acuerdo”, y 2, “De acuerdo”, y las opciones 4, “En desacuerdo”, y 5, “Totalmente en desacuerdo”, como se recoge a continuación. Esta otra manera de presentar los resultados obtenidos con esta prueba, tanto en el primer semestre de 2011 I, como en el tercero de 2012 I posibilitó la elaboración de una mirada global en torno a la transformación conceptual que lograron estos profesores de química en formación inicial, en el transcurso, prácticamente, de tres semestres académicos, aun cuando la prueba se aplicó al comienzo del primero y del tercero.

Como puede deducirse de una ligera inspección de la Tabla n.º 9, las razones por las cuales se decidió su elaboración saltan a la vista, por lo que el análisis de los porcentajes contruidos, tal cual como se anotó en el párrafo anterior, condujo a los responsables del proyecto a concluir que valió razonablemente el esfuerzo hacerlo. Ella muestra una especie de concentración de esos porcentajes tanto a la izquierda como a la derecha de ese punto medio que los separa, esto es, “No sé qué decir”. Puesto que se especifican las categorías y las afirmaciones correspondientes a cada una de ellas, fue indispensable especificar con qué afirmación esos profesores de química en formación inicial en particular estaban de acuerdo, en desacuerdo o no sabían qué decir, cuando cursaban el primer y luego el tercer semestre de la carrera que los conducía a ser profesionales de la educación en esta ciencia.

Obsérvese detenidamente y analícese esta tabla, con el fin de concluir la riqueza de información que suministra para, se reitera, emitir un juicio acerca de la evolución conceptual que alcanzaron los futuros profesores en el transcurso de dicha experiencia en cuanto a lo histórico, lo epistemológico, lo didáctico, lo pedagógico y los contenidos químicos contemplados en las asignaturas que cursaron o que estaban cursando.

PRIMER SEMESTRE - 2011 I					TERCER SEMESTRE - 2012 I				
Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo	Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo
Epistemológicas	1	73,7	0,0	26,3	Epistemológicas	1	63,2	5,3	31,6
	2	63,2	5,3	31,6		2	42,1	15,8	42,1
	4	68,4	10,5	21,1		4	57,9	5,3	36,8
	6	5,3	0,0	94,7		6	10,5	0,0	84,2
	19	52,6	0,0	47,4		19	42,1	5,3	52,6
	25	10,5	15,8	73,7		25	31,6	15,8	52,6
	27	31,6	36,8	31,6		27	31,6	26,3	42,1
Químicas	3	15,8	68,4	15,8	Químicas	3	15,8	57,9	26,3
	7	21,1	42,1	36,8		7	21,1	36,8	42,1
	9	78,9	10,5	10,5		9	84,2	0,0	15,8
	12	57,9	31,6	10,5		12	68,4	5,3	26,3
	13	73,7	15,8	10,5		13	63,2	15,8	21,1
	18	26,3	63,2	10,5		18	31,6	57,9	10,5
	20	42,1	36,8	21,1		20	89,5	5,3	5,3

Químicas	22	94,7	5,3	0,0
	24	42,1	36,8	21,1
	28	78,9	21,1	0,0
Didácticas	5	42,1	0,0	10,5
	10	73,7	47,4	21,1
	14	52,6	10,5	0,0
	17	94,7	0,0	0,0
	21	94,7	10,5	0,0
	23	100,0	15,8	21,1
	26	21,1	0,0	68,4
	29	15,8	0,0	0,0
Históricas	8	26,3	52,6	21,1
	11	26,3	63,2	5,3
	15	100,0	0,0	0,0
	16	78,9	15,8	5,3
	30	5,3	57,9	36,8

Químicas	22	89,5	10,5	0,0
	24	42,1	52,6	5,3
	28	73,7	10,5	15,8
Didácticas	5	36,8	36,8	26,3
	10	78,9	10,5	10,5
	14	42,1	52,6	5,3
	17	78,9	15,8	5,3
	21	89,5	5,3	5,3
	23	78,9	5,3	15,8
	26	47,4	10,5	42,1
	29	31,6	5,3	63,2
Históricas	8	42,1	42,1	15,8
	11	10,5	73,7	10,5
	15	89,5	5,3	5,3
	16	73,7	5,3	21,1
	30	15,8	57,9	26,3

Tabla n.° 9. Porcentajes generales por categorías y afirmaciones.

En la tabla n.° 9 se muestra que en el primer semestre estos profesores en formación inicial, en cuanto a la categoría “Epistemológicas”, puntuaron un alto porcentaje en las afirmaciones 1 (73,7 %), 2 (63,2 %), 4 (68,4 %) y 19 (52,6 %), que sugieren un desplazamiento hacia un estar de acuerdo con el contenido de cada una de dichas afirmaciones; no así en la 6 (5,3 %), la 25 (10,5 %) y la 27 (31,6 %). Al promoverse al tercer semestre, los porcentajes correspondientes fueron: 1 (63,2 %), 2 (42,1 %), 4 (57,9 %) y 19 (42,1 %); 6 (10,5 %), 25 (31,6 %) y 27 (31,6 %).

Al examinar los porcentajes en la misma categoría epistemológica, relacionados con las mismas afirmaciones en cuanto al desplazamiento a no estar de acuerdo, se destaca que en el primer semestre fueron: 1 (26,3 %), 2 (31,6 %), 4 (21,1 %) y 19 (47,4 %). Siguiendo el mismo recuento: 6 (94,7 %), 25 (73,7 %) y 27 (31,6 %). Las variaciones que se valoraron cuando se promovieron al tercer semestre fueron, sucesivamente, 1 (31,6 %), 2 (42,1 %), 4 (36,8 %) y 19 (52,6 %). Continuando con el balance: 6 (84,2 %), 25 (52,6 %) y 27 (42,1 %).

En esta contabilidad llaman la atención los altos porcentajes que se presentan con un no estar de acuerdo en relación con la afirmación 6 (La fisicoquímica es el fundamento de la disciplina química): 94,77 % en el primer semestre y 84,2 %, en el tercer semestre. De la misma manera, en cuanto a la afirmación 25 (El objetivo de la formación de profesores de química es la construcción de modelos), que pasa, en ese no estar de acuerdo general, de un 73,7% a un 52,6%. Si bien hay una variación en los porcentajes respectivos, esta no es significativa y es de esperarse, por cuanto en la malla curricular del programa académico de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional los seminarios sobre pedagogía y didáctica aún no se contemplan.

No obstante, y en cuanto a los desplazamientos hacia un estar de acuerdo en las respectivas afirmaciones, los análisis realizados por los responsables de esta investigación permiten afirmar la existencia de una consolidación de la aproximación epistemológica positivista. Se examinan a continuación esos porcentajes globales relacionados con la categoría “Química”, con respecto a cada una de las afirmaciones que se elaboraron. En esta intencionalidad, se destaca que en el primer semestre estos profesores de química en formación inicial puntuaron así en las afirmaciones que se señalan: 9 (78,9 %), 13 (73,7 %), 22 (94,7 %) y 28 (78,9 %). Con la promoción al tercer semestre del mismo grupo de profesores en formación y para las mismas afirmaciones, se estableció: 9 (84,2 %), 13 (63,2 %), 22 (89,5 %) y 28 (73,7 %). Las transformaciones conceptuales esperadas son, pues, un problema de los formuladores de los programas académicos de formación inicial de profesores de ciencias.

Al reparar en la categoría “Didáctica”, se observa que en el primer semestre los porcentajes destacables en las siguientes afirmaciones son, respectivamente: 10 (73,7 %), 14 (52,6 %), 17 (94,7 %), 21 (94,7 %) y 23 (100 %). Con la promoción al tercer semestre, las modificaciones en las mismas afirmaciones son: 10 (78,9 %), 14 (42,1 %), 17 (78,9 %), 21 (89,5 %) y 23 (78,9 %). Estas corresponden a 10 (Para enseñar química es indispensable conocer su didáctica), 14 (En el modelo de Bohr los electrones saltan de un nivel de energía inferior a otro superior al adsorber cierta cantidad de energía), 17 (Para concebir la tabla periódica fue indispensable la ley de periodicidad), 21 (Los químicos orgánicos estudian los compuestos derivados del carbono) y 23 (Las investigaciones histórico-epistemológicas acerca de la química son base para fundamentar su enseñanza).

Estos resultados parecen contradecir todo lo afirmado, puesto que parecen asegurar una concepción actual acerca de la didáctica de las ciencias en general, y de la química en particular, quizás por lo obvio de las afirmaciones.

Observando los porcentajes de las afirmaciones de la categoría “Historia”, se encuentra, para el primer semestre, en cuanto a estar de acuerdo, para la 15 (La transposición didáctica es un campo de investigación en didáctica de las ciencias), un 100 % y para la 16 (La alquimia, la teoría del flogisto, la de la oxidación y la estructural son etapas históricas en el desarrollo de la química), un 78,9 %. Cuando pasan al tercer semestre: 15 (89,5 %) y la 16 (73,7 %). Para la 30 (En química analítica se aprende a aplicar técnicas estandarizadas de análisis), solo un 36,8 % están en desacuerdo. Reparando en la opción “No sé qué decir”, para el primer semestre, en la 8 (Kekulé propuso la estructura anular del benceno), se observa un 52,6 %, en la 11 (Emil Fisher y Julius Tafel sintetizaron por primera vez azúcares naturales), un 63,2 % y para la 30, un 57,9 %. Al pasar al tercer semestre: 8 (42,1 %), 11 (73,7 %) y 30 (57,9 %). Hay transformaciones, aun cuando no significativas.

Prueba de composición

De acuerdo con los criterios: Estructura del texto: a) CD = Colección de definiciones. b) PESt. = Posee una estructura. c) NC = No tiene coherencia; y Posición epistemológica: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de las anteriores.

Primer semestre - 2011 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1101	X					X
1104	X	X		X		
1107	X					
1112	X	X		X		
1117	X					X
1118	X	X		X		
1120			X			X
1122	X	X		X		

Tercer semestre - 2012 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1101	X	X		X		
1104			X			X
1107	X	X		X		
1112	X	X			X	
1117	X	X		X		
1118	X	X			X	
1120	X	X		X		
1122						

1124	X					X
1125	X					X
1129	X				X	
1130	X					X
1133	X	X		X		
1137	X					X
1141	X	X		X		
1146	X			X		
1149	X	X		X		

Tabla n.º 10. Clasificación primer semestre.

1124	X	X		X		
1125	X	X			X	
1129	X	X		X		
1130	X	X			X	
1133	X	X		X		
1137	X					X
1141	X	X		X		
1146	X	X			X	
1149	X	X		X		

Tabla n.º 11. Clasificación tercer semestre.

Como puede notarse, predominan en las composiciones una serie de definiciones y no un discurso en el que enlacen con una determinada lógica los conceptos suministrados en el Cuestionario n.º 1. En la Tabla n.º 10 (Primer semestre), se observa que la mayoría de estas composiciones fueron una colección de definiciones (CD); algo análogo hay que sostener sobre esas composiciones cuando se promueven al tercer semestre, por lo que no hay un cambio significativo, aun cuando se deduzca en la mayoría de las elaboraciones una estructura. Sobre una concepción positivista, solo algunas de las que posen una estructura (PEst.), tanto en el primer como en el tercer semestre, fueron calificadas en términos de una aproximación a esta propuesta epistemológica. Tampoco puede afirmarse que hubo transformaciones significativas.

Comparaciones necesarias

Para efecto de las comparaciones por cruce de algunos de los ítems de las diferentes pruebas, se seleccionaron los siguientes conceptos, campos de investigación en didáctica de las ciencias y afirmaciones de la prueba tipo Likert. Los criterios para la tabulación e interpretación de la información se precisaron en la sección de las consideraciones metodológicas.

Para este ejercicio metodológico se decidió seleccionar los resultados arrojados por los profesores de química en formación inicial en los conceptos, campos de investigación y afirmaciones para las tres promociones estudiadas cuya codificación era impar, lo cual se presenta en tablas y sus respectivos análisis como sigue:

P. F. 1101		Primer semestre - 2011 I						Tercer semestre - 2012 I						
Cuestionario n.º 1														
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17	
Concepción	NA	CP	CP	CP	NR	CP		CP	CP	CP	NR	NA	CP	
Cuestionario n.º 2														
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4				
Concepción	CP	CP	NA					CP	NA	NR				
Prueba de composición														
Término n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17	
Concepción	CP	CP	CP	NA	CP	NA		CP	NA	NA	NA	CP	CP	
Prueba tipo Likert														
Afirmaciones	1	4	10	18	23					1	4	10	18	23
Puntuación	2	2	2	3	2					2	2	1	3	2

Tabla n.º 12. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1101.

Se destaca que la definición dada por este profesor en formación (P.F. 1101) acerca de la ciencia se conceptuó como no admisible (NA) desde el marco del proyecto. Con su promoción al tercer semestre, su respuesta se catalogó como una aproximación a la propuesta positivista (CP). En la respuesta a la pregunta 2 de este cuestionario, que indagó acerca de la concepción de química que habían elaborado, en el primer semestre su respuesta fue igualmente considerada como próxima a la posición positivista. Con su promoción al tercer semestre se observó la permanencia en esta aproximación epistemológica. Al reparar en las respuestas a la pregunta 9, tabla periódica, la asignación habla a favor de que estos profesores se mantienen en la versión positivista. En lo tocante a la pregunta 12, profesor de química, el análisis elaborado por este se clasificó como positivista; sin embargo, en el tercer semestre no dio una respuesta (NR).

En esta recensión, sobre la pregunta 16 de este cuestionario, relativa a la historia de la química, este profesor marcó (NR), al pasar hacia el tercer semestre, para la misma pregunta, su respuesta se clasificó como no admisible. En lo tocante a la 17, referida a la didáctica de la química, su respuesta se analizó como tendiente a la aproximación positivista, la misma que se encontró al respecto en el tercer semestre.

En relación con el Cuestionario n.º 2, obsérvese que en el primer semestre este profesor de química en formación inicial, con respecto a las elaboraciones solicitadas para las cuestiones 1 y 2, estas fueron admisibles y calificadas como aproximaciones positivistas (CP), no así la de la 4, que fue considerada como no admisible (NA). Con su promoción al tercer semestre ocurrió un cambio inexplicable, puesto que en la 1, admisible, la elaboración siguió siendo de carácter positivista (CP), mientras que la 3 se clasificó como no admisible (NA) y para la 4 no dio respuesta alguna (NR). Recuérdese que estos ítems tienen que ver con las relaciones historia, epistemología y didáctica de las ciencias y con las de enseñanza-aprendizaje.

Si se selecciona el tercer semestre y se comparan estas respuestas con las seleccionadas para el Cuestionario n.º 1, especialmente las correspondientes a las preguntas 1, 2 y 9, con las respectivas del tercer semestre del Cuestionario n.º 2, se observa que la aproximación positivista (CP), es concordante con la 1. Por otro lado y en relación con las respuestas a las preguntas 12, 16 y 17, del Cuestionario n.º 1, en el tercer semestre, en su orden, no respondió (NR), no admisible (NA) y (CP); se estableció cierta correspondencia con la 3, (NA) y la 4 (NR) del Cuestionario n.º 2. Esta comparación inicial fue motivo para que los responsables de esta investigación concluyeran, inicialmente, que los resultados obtenidos con estas dos pruebas, eran aceptables dentro de los límites de admisibilidad que conllevan este tipo de instrumentos.

En cuanto a la prueba de composición, es preciso afirmar que el posicionamiento en la concepción positivista de la ciencia se corresponde con lo ya colegido sobre el Cuestionario n.º 1.

Como puede observarse, en su primer semestre marcaron (2), “De acuerdo”, en cuanto a las afirmaciones 1, 4, 10 y 23; más no así en la 18, en la que marcaron (3), “No sé qué decir”. Con su promoción al tercer semestre, estas opciones, en general, se mantuvieron, salvo la transformación manifiesta en la opción con respecto a la 10, que pasó de (2) a (1). Fue esta una transformación conceptual que se desplaza de “Estar de acuerdo” a estar “Totalmente de acuerdo”, en lo tocante a la afirmación 10 “Para enseñar química es indispensable conocer su didáctica”. Ello hablaría en favor de una iniciación de los fundamentos de la que será su actividad como profesionales de la didáctica y de la educación en ciencias. Hay que destacar que en lo relativo a la afirmación 18, se mantuvo en la opción (3), “No sé qué decir”; en la que esta opción se mantuvo en la promoción, “Los didactas de la química investigan las relaciones enseñanza-aprendizaje”.

P. F. 1125		Primer semestre - 2011 I						Tercer semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1													
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	CP	CP	CP	NA	CP		CP	CP	CP	CP	PE	CP
Cuestionario n.º 2													
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4			
Concepción	NR	NA	NR					CP	CP	NR			
Prueba de composición													
Término n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	NA	NA	NA	NA	NA	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA
Prueba tipo Likert													
Afirmaciones	1	4	10	18	23								
Puntuación	1	2	2	4	1								
	1	4	1	2	1								

Tabla n.º 13. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1125.

Como se aprecia, en el primer semestre este profesor en formación refleja una concepción positivista sobre ciencia, química, tabla periódica, profesor de química y didáctica de la química. En relación con la historia de la química, su declaración se cataloga de no admisible. En la promoción al tercer semestre, es evidente cómo la tendencia a la aproximación positivista persiste en el mismo grupo de conceptos seleccionados para este análisis. Señálese, sin embargo, que se presenta un cambio en su concepción sobre historia de la ciencia, que migra de no admisible a ecléctica.

En lo relativo a los campos de investigación en didáctica de las ciencias, este profesor no elaboró acerca de las concepciones históricas, didácticas y pedagógicas de los profesores de ciencias, ni sobre las relaciones entre historia, epistemología y didáctica de las ciencias; con respecto a las relaciones enseñanza-aprendizaje, su respuesta fue considerada como no admisible. En el tránsito al tercer semestre, se reconoce un cambio hacia la concepción positivista sobre estos, los dos primeros campos de investigación aludidos, y se mantiene la no respuesta acerca de las relaciones enseñanza-aprendizaje. Sin embargo resulta controversial que para el caso de la prueba de composición las alusiones a los términos se han catalogado todas como no admisibles antes y después de la promoción.

En lo atinente a la prueba tipo Likert, el profesor en formación refleja estar totalmente de acuerdo frente a las afirmaciones 1 y 23, y de acuerdo con las afirmaciones 4 y 10, mientras que se manifestó en desacuerdo con la afirmación 18. Ya en la promoción al tercer semestre, el total acuerdo se mantiene en las afirmaciones 1 y 23. En la afirmación 4, pasó de estar de acuerdo a estar en desacuerdo, en la afirmación 10 pasó de estar de acuerdo a estar totalmente de acuerdo y en la afirmación 18, pasó del desacuerdo a estar de acuerdo.

P. F. 1133		Primer semestre - 2011 I					Tercer semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17						
Concepción	CP	CP	CP	CP	CP	NA	1	2	9	12	16	17
							CP	NA	NA	CP	CNP	NR
Cuestionario n.º 2												
Pregunta n.º	1	3	4				1	3	4			
Concepción	NA	NR	NA				CP	NA	NR			
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	NA	NR	NR	NR	NR	CP	NA	NR	NA	NR
Prueba tipo Likert												
Afirmaciones	1	4	10	18	23							
Puntuación	5	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	

Tabla n.º 14. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1133.

Las concepciones de este profesor en formación frente a ciencia, química, tabla periódica, profesor de química e historia de la química corresponden a la aproximación positivista, a la vez que sus consideraciones frente a la didáctica de la química pueden catalogarse de no admisibles. En la promoción al tercer semestre, se destaca la aproximación a la concepción positivista sobre ciencia y profesor de química. Sin embargo, sus elaboraciones acerca de química y tabla periódica se catalogan ahora de inadmisibles, presentando cambios también en la versión sobre la historia de la química, que ahora tiende a la concepción no positivista de ciencia. Acerca de la didáctica de las ciencias, no respondió.

La versión que este profesor poseía en el primer semestre sobre los campos de investigación de las concepciones históricas, epistemológicas didácticas y pedagógicas de los profesores y de las relaciones entre historia, epistemología y didáctica de las ciencias pueden valorarse como no admisibles y, entre tanto, acerca de las relaciones enseñanza-aprendizaje el profesor en formación no respondió. En la promoción al tercer semestre, se aproxima a una versión positivista acerca las concepciones históricas, epistemológicas didácticas y pedagógicas de los profesores; y si bien responde sobre las relaciones enseñanza-aprendizaje, dicha versión es catalogada de no admisible. Acerca de la didáctica de las ciencias no responde ahora en la promoción.

Al hacer los análisis de la prueba de composición, es claro que predomina la no admisibilidad de los conceptos. Al parecer hay dificultades para organizar los conceptos en una estructura, razón que explicaría la no respuesta a varios de los interrogantes en esta prueba.

Frente a las afirmaciones 10, 18 y 23, este profesor en formación se muestra totalmente de acuerdo con la afirmación 4, y totalmente en desacuerdo con la afirmación 1. En la promoción al tercer semestre, la postura frente a las afirmaciones 4, 10 y 23, sigue tendiendo a estar de acuerdo, contrario a las afirmaciones 18, en la que pasa a no saber qué contestar, y 1, en la que pasa de estar totalmente en desacuerdo, al acuerdo total.

P. F. 1137		Primer semestre - 2011 I					Tercer semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	NA	NR	NA	NA	NR	NA	NA	NR	NA	NR
Prueba tipo Likert												
Afirmaciones	1	4	10	18	23	1	4	10	18	23		
Puntuación	1	2	2	4	2	4	4	1	3	4		

Tabla n.º 15. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1137.

Este profesor en formación en el primer semestre proyecta en general una concepción positivista de ciencia sobre los conceptos de ciencia, química, tabla periódica y profesor de química, pero su discurso no es admisible frente a la historia de la química y la didáctica de la química. Obsérvese cómo, tras la promoción al tercer semestre, sus elaboraciones frente a la totalidad de conceptos aludidos, si bien son admisibles, preservan la aproximación a la concepción positivista. Hay que precisar que el cuestionario 2 en este caso no fue contestado. Los resultados frente a la prueba de composición se mantienen por este profesor en formación.

La puntuación dada a las afirmaciones 1, 4, 10, y 23 es la tendiente a estar de acuerdo, distinto de la afirmación 18, que puntúa en desacuerdo. Sin embargo, es preciso destacar cómo en la promoción, la puntuación reviste cambios importantes en tanto que, en las afirmaciones 1, 4 y 23 se pasa de estar de acuerdo a estar en desacuerdo y sobre la afirmación 18 ahora el profesor no sabe qué decir.

P. F. 1149		Primer semestre - 2011 I					Tercer semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	CP	CP	CP	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
Cuestionario n.º 2												
Pregunta n.º	1	3	4				1	3	4			
Concepción	NA	NA	NR				CP	CP	NR			
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	NA	NR	NR	NR	NR	NR	CP	NA	NR	NA	CP
Prueba tipo Likert												
Afirmaciones	1	4	10	18	23							
Puntuación	5	2	1	1	1	1	4	10	18	23		

Tabla n.º 16. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1149.

Como se aprecia, este profesor en formación evidencia una aproximación a la concepción positivista de ciencia en el primer semestre, la cual se sostiene en la promoción al tercer semestre, excepto su elaboración sobre historia de la química, cuya no admisibilidad en el primer semestre, cambia a ser admisible dentro de los supuestos de la mencionada aproximación epistemológica.

En lo referido a los campos de investigación, en el primer semestre presenta un discurso que es inadmisibile, o simplemente no posee los conocimientos correspondientes. Si bien en la promoción al tercer semestre refleja una elaboración en los dos primeros campos explicitados (concepciones históricas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas de los profesores de ciencias y relaciones enseñanza-aprendizaje), sus alusiones se enmarcan en la posición positivista. En cuanto al campo de las relaciones entre historia, epistemología y didáctica de las ciencias, la no respuesta persiste. El comportamiento en cuanto a la prueba de composición se mantiene.

Las puntuaciones de este profesor en formación en el primer semestre con respecto a las afirmaciones 4, 10, 18 y 23 exhiben una tendencia a estar de acuerdo, frente al desacuerdo total con la afirmación 1. En la promoción al tercer semestre, la tendencia al acuerdo se mantiene para las afirmaciones 4, 10 y 23. Hay que señalar que el cambio más relevante se presenta aquí en la afirmación 1, pasando del desacuerdo total en el primer semestre, al acuerdo total en dicha promoción; vale la pena destacar, también, que en cuanto a la afirmación 18, sobre la cual el profesor en formación estaba de acuerdo, ahora no sabe qué decir.

Consideraciones para esta promoción

Con respecto al planteamiento del problema, en el grupo de profesores de química en formación inicial que se promovieron del primer al tercer semestre, los resultados obtenidos permiten afirmar que estos terminan con una concepción de ciencia y de química que se aproxima a la propuesta epistemológica positivista y que sus ideas acerca de la química están impregnadas del reduccionismo fisicalista.

En cuanto a la historia de las ciencias y de la química, no logran elaborar un discurso propiamente dicho, además de que parecen aproximarse a una mirada positivista, esto es, concebida como una sucesión lineal de descubrimientos científicos. Agréguese que para ellos no deja de ser una narración de sucesos del pasado.

Se destaca que, conceptos químicos como el referido a las leyes ponderales, la ley de periodicidad, el del comportamiento ideal de los gases y la mecánica cuántica, entre otros relevantes, parecería que les son extraños.

En las composiciones, empleando los conceptos del Cuestionario n.º 1, predominan aquellas que no son admisibles (NA), y las que son admisibles se asemejan a una colección de definiciones. En ese paso del primer al tercer semestre, estos profesores de química en formación inicial no fueron iniciados en las discusiones necesarias acerca de la ciencia y la química.

En cuanto al conocimiento de las líneas de investigación propias de la didáctica de las ciencias, el número de no respuestas (NR) habla en favor de que no han accedido aún a esta disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada en el ciclo de fundamentación. A su vez, las relaciones entre historia, epistemología y química, parecen no ser objeto de trabajo en el aula, hecho este que es similar a lo ocurrido sobre la pedagogía de las ciencias. En lo relativo a lo didáctico y lo pedagógico como fundamento de su futura profesión como educadores, en este momento de la formación, aún no se manifiesta una elaboración académicamente admisible.

Los análisis llevan a concluir que este grupo de profesores de química en formación inicial, en el tránsito considerado, no logran transformaciones conceptuales destacables, a la vez que se observa en alguno de ellos avances y retrocesos con respecto a determinados conceptos químicos y posiciones epistemológicas.

Parte II: promoción del tercer al quinto semestre

Se pasó posteriormente, con los resultados de las mismas pruebas, a examinar las transformaciones conceptuales de profesores de química en formación inicial, que se hallaban en otra situación académica, debido a que ya habían supuestamente asimilado que se habían matriculado en un programa para la formación inicial de profesores de química.

Cuestionario n.º 1

¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica.

Tercer semestre - 2011 I

Preguntas Código			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1305			CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	PE	NR	NA	CP	NA	CP
1306			NA	PE	CP	CP	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	PE	NA	CP	NR	CP	NR
1307			CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CP	NA	CP
1308			CP	PE	CP	NA	NA	NA	NA	NA	CP	NR	CP	PE	NR	NA	PE	NA	NA
1311			CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NR	NR	NR	NR
1312			CP	CP	CP	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NA	NA	CNP	NA	CP
1313			CP	CP	NA	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CNP	NA	CP	NA	NA	CP
1319			CP	CP	CP	CP	NR	NA	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	NA	CP	PE	CP
1325			CP	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	NR	CP	NR	NA	NA	NA	NA	NA	CP
1330			PE	CP	NA	NA	NR	NA	NA	CP	CP	NA	NA	CP	NA	NA	CP	CP	CP
1337			CP	NA	CP	CP	NR	CP	NA	NR	NA	NA	NA	CP	NR	NA	CP	CNP	NR
1339			CP	CP	NA	CP	NA	NA	NA	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CPC	CP	CP	CP
1344			CP	CP	CP	NA	CP	NA	NA	NA	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	CP
1345			NA	CP	CP	CP	NR	CP	NR	CP	CP	NR	NR	PE	NR	CP	CP	CP	CP
1349			CP	CP	NA	NA	NR	NR	CP	NA	CP	CP	NA	NR	CP	NR	NA	NA	NR
TOTAL	AD	CP	12	12	11	7	3	8	3	8	11	4	6	8	2	3	8	5	10
		CNP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
		PE	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	1	0
	NA		2	1	4	8	7	6	11	5	2	9	6	1	7	9	3	7	2
	NR		0	0	0	0	5	1	1	2	2	2	3	1	6	2	2	1	3

Tabla n.º 17. Resultados del cuestionario n.º 1, tercer semestre - 2011 I.

Obsérvese cómo, para las preguntas 1 (ciencia), 2 (química), 3 (átomo), 4 (molécula), 6 (enlace químico), 8 (química del carbono), 9 (tabla periódica), 12 (profesor de química), 15 (comunidad científica) y 17 (didáctica de la química), hay una tendencia a la posición epistemológica positivista (CP). Fueron mínimas las respuestas que se clasificaron como no positivistas (CNP). De estas, en 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13 y 14 el número de respuestas no admisibles fue de 8, 6, 6, 11, 9, 6, 7 y 9 respectivamente. Llama la atención el bajo número de profesores de química en formación inicial que no respondieron, salvo en los casos de las preguntas 5 y 13, en cada una de las cuales no respondieron 5 de esos profesores.

Compárense los resultados obtenidos por este grupo de profesores en formación cuando se promueven del tercer al quinto semestre en el que se espera, en principio, una transformación significativa en las concepciones que se pretendió auscultar con esta prueba, como se recoge a continuación.

Quinto semestre - 2012 I

Preguntas Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1305	CP	CP	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	PE	NR	NA	CP	NA	CP
1306	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CP	CP	CP
1307	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	CP	CP	NR	PE	CP	NA	CP	CP
1308	CP	CP	CP	CP	NR	NA	NR	CP	CP	NR	NR	CP	NR	NA	CP	NA	CP
1311	NA	PE	CP	CP	CP	CP	NA	NA	NA	NA	NA	PE	NA	CP	NR	CP	NA
1312	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	NR	NA	CP	NA	CP
1313	CP	PE	CP	NA	NA	NA	NA	NA	CP	NR	CP	PE	NR	NA	PE	NA	NA
1319	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	NR	CP	CP	NR	NR	NR	NR
1325	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NR	NR	CP	CP	CP	CNP	CP	NA	CP	NA	CNP
1330	NR	CP	CNP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
1337	PE	CP	CNP	CP	CP	CP	CP	CP	CNP	CP	NR	CP	CP	CP	NR	NR	NR
1339	PE	NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	NA	PE	NA	NA	CNP	CP	CNP	CNP	CNP
1344	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	NA	CP	CP	NR	CP	CP	CP	CP	NR	NA
1345	CP	NA	CP	CP	NR	CP	NA	NR	NA	NA	NA	CP	NR	NA	CP	CNP	NR
1349	CP	CP	NA	CP	NA	NA	NA	NR	CP	NA	CP	CP	NA	CP	CP	CP	CP

TOTAL	AD	CP	11	11	11	11	5	11	4	7	11	6	8	9	5	7	9	5	7
		CNP	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	2	2
		PE	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	0	0
	NA		1	2	2	4	8	4	9	5	3	6	3	1	2	7	1	5	3
	NR		1	0	0	0	2	0	2	3	0	2	4	1	6	1	3	3	3

Tabla n.º 18. Resultados del cuestionario n.º 1, quinto semestre - 2012 I.

En el quinto semestre, para los interrogantes 1, 2, 3, 9, 12 y 15, no hay cambios significativos en la concepción epistemológica (CP). En la pregunta 4, hubo un incremento, puesto que pasaron de 6 a 11 las respuestas calificadas como propias de esta aproximación, mientras que para la 17 (didáctica de la química) disminuyó, puesto que pasó de 10 a 7. La distribución de puntuaciones para las concepciones no positivistas no sufrió transformaciones sustanciales. Con respecto a las posiciones eclécticas (PE), no hubo modificaciones apreciables.

En lo relativo a las posiciones no admisibles (NA) hay que decir que solo para los ítems 3 y 4 hubo una disminución en su número. Para el resto se mantuvo la misma puntuación obtenida por los profesores de química en formación inicial de cuando cursaban el tercer semestre. En relación con el número de preguntas no respondidas, no se registraron cambios.

Por tanto, es posible afirmar que, en relación con los resultados obtenidos con la aplicación del Cuestionario n.º 1 a la promoción del tercer al quinto semestre, las transformaciones conceptuales experimentadas por estos profesores de química en formación inicial fueron mínimas.

Cuestionario n.º 2

Los resultados se recogen en las siguientes tablas.

¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica.

Tercer semestre - 2011 I									Quinto semestre - 2012 I											
CÓDIGO			1	2	3	4	5	6	7	CÓDIGO			1	2	3	4	5	6	7	
1305			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	1305			CP	CNP	CP	CP	NA	CP	NR	
1306			NA	CP	NR	NA	CP	NR	NR	1306			NA	CP	NA	NA	NR	NA	NR	
1307			CP	CNP	CP	CP	CNP	CP	NR	1307			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	
1308			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NR	1308			NA	CP	NR	NA	NA	NR	NR	
1311			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NR	1311			CP	CNP	CP	CP	NA	CP	NR	
1312			NA	CP	NR	NA	CP	NR	NR	1312			CP	CNP	CP	CP	NR	CP	NR	
1313			CP	CNP	CP	CP	CNP	CP	NR	1313			CP	CNP	CP	CP	CP	CP	NR	
1319			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NR	1319			NA	CP	NA	NA	NA	NA	NR	
1325			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NR	1325			NA	CP	NA	NA	NA	NA	NA	
1330			NA	CP	NR	NA	CP	NR	NR	1330			NA	CP	NR	NA	NR	NR	NR	
1337			CP	CNP	CP	CP	CNP	CP	NR	1337			CP	CNP	CP	CP	CP	CP	NR	
1339			NA	CP	NA	NR	NR	NR	NR	1339			CP	CNP	NR	NR	NR	NR	NA	
1344			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	1344			NA	CP	NA	NA	NA	NA	NR	
1345			NA	CP	NA	NA	CP	NA	CP	1345			CP	CNP	NA	CP	NA	CP	NR	
1349			CP	CNP	CP	CP	CNP	CP	NR	1349			NA	CP	NA	NA	CP	NA	NR	
TOTAL PE	AD	CP	4	11	4	4	10	4	1	TOTAL PE	AD	CP	7	8	5	6	4	6	0	
		CNP	0	4	0	0	4	0	0			CNP	0	7	0	0	0	0	0	0
		PE	0	0	0	0	0	0	0			PE	0	0	0	0	0	0	0	0
	NA		11	0	8	10	0	7	2		NA		8	0	7	8	7	6	3	
	NR		0	0	3	1	1	4	12		NR		0	0	3	1	4	3	12	

Tabla n.º 19. Cuestionario n.º 2, tercer semestre - 2011 I. Tabla n.º 20. Cuestionario n.º 2, quinto semestre - 2012 I.

Observando los resultados de la Tabla n.º 19, se destaca que, en relación con las líneas de investigación, para 2 (ideas previas de los estudiantes) y 5 (confiabilidad en los textos de enseñanza), las puntuaciones fueron de 11 y 10 respectivamente, dentro de la aproximación epistemológica positivista. Con respecto a estas mismas líneas, las calificadas como no positivistas (CNP) fueron 4. No hubo argumento para clasificarlas dentro de la categoría de posiciones eclécticas (PE).

Destáquese que la elaboración que fue clasificada como no admisible en la línea 1 (concepciones histórico-epistemológicas y didácticas) fue 11, para la línea 3 (relaciones enseñanza-aprendizaje) fueron 8, para la 4 (relaciones entre historia, epistemología

y didáctica de las ciencias) fueron 10 y para la línea 6 (concepciones de aprendizaje) fueron 7. Llama la atención que para la línea 7 (pedagogía de la química) no respondieron 12 profesores en formación inicial.

Como se presenta en la Tabla n.º 20, la concepción positivista en cuanto al ítem 1 reviste un incremento, ya que pasa de 4 a 7, mientras que para 2 y 5, hubo una disminución, en virtud de que la puntuación cambia de 11 a 8 y de 10 a 4, respectivamente; los demás permanecen inalterados. En cuanto a la posición no positivista, tan solo en el ítem 2 hay un incremento de 4 a 7. Sobre la posición ecléctica, es preciso señalar que no hubo ningún cambio. En lo referido a las respuestas no admisibles, en la 1 hubo un descenso, mientras que para la 5 pasó de 0 a 7.

Entre tanto, en cuanto a aquellos profesores de química en formación inicial que no respondieron, tan solo en el ítem 5 hubo un incremento negativo. En consecuencia, estos resultados dan pie para sostener que las transformaciones conceptuales no son apreciables en la promoción del tercer al quinto semestre.

Para ampliar la perspectiva del análisis, se han agrupado las concepciones de los profesores en formación acerca de los ítem: ideas previas de los estudiantes; confiabilidad de los textos de enseñanza y concepciones sobre aprendizaje, como sigue:

Tercer semestre - 2011 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1305	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1306	Lo que el estudiante ya conoce	Validez conceptual relativa	No responde
1307	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Herramienta de trabajo	La manera como el estudiante aprende
1308	Lo que el estudiante ya conoce	Confiabilidad parcial	Dificultades de aprendizaje
1311	Ideas erróneas	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1312	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	No responde
1313	Lo que el estudiante ya conoce	Herramienta de trabajo	La manera como el estudiante aprende
1319	Lo que el estudiante ya conoce	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje
1325	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje

1330	Lo que el estudiante ya conoce	Confiabilidad parcial	No responde
1337	Ideas erróneas	Herramienta de trabajo	La manera como el estudiante aprende
1339	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	Dificultades de aprendizaje
1344	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1345	Lo que el estudiante ya conoce	Validez conceptual relativa	La manera como el estudiante aprende
1349	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende

Tabla n. ° 21. Agrupación de definiciones acerca de los campos de investigación en didáctica de las ciencias, tercer semestre - 2011 I.

Estos profesores de química en formación inicial admiten que las ideas previas de los estudiantes son lo que estos ya conocen. Reparando en la confiabilidad de los textos de enseñanza, tienden a considerarlos como una fuente veraz y segura de información. De las concepciones de aprendizaje, las asumen como la manera como el estudiante aprende o como dificultades en el aprendizaje.

Quinto semestre - 2012 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1305	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Confiabilidad parcial	La manera como el estudiante aprende
1306	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	Dificultades de aprendizaje
1307	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1308	Ideas erróneas	Validez conceptual relativa	No responde
1311	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1312	Preconceptos	No responde	Dificultades de aprendizaje
1313	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1319	Preconceptos	Validez conceptual relativa	La manera como el estudiante aprende
1325	Punto de partida para la enseñanza / el aprendizaje	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1330	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	No responde
1337	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1339	Ideas erróneas	Validez conceptual relativa	No responde

1344	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1345	Preconceptos	Confiabilidad parcial	La manera como el estudiante aprende
1349	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende

Tabla n.° 22. Agrupación de definiciones acerca de los campos de investigación en didáctica de las ciencias, quinto semestre - 2012 I.

En la tabla n.° 22, referida a la síntesis de las respuestas obtenidas en las concepciones sobre las líneas de investigación en didáctica de las ciencias, consideradas en este proyecto como relevantes, no se evidencian cambios en lo tocante a ideas previas, como tampoco en sus ideas sobre confiabilidad en los textos de enseñanza ni en las concepciones sobre aprendizaje.

Prueba tipo Likert

Esta tabla presenta las opciones de los profesores en formación, frente a cada una de las afirmaciones de esta prueba:

1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo

Tercer semestre - 2011 I

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1305	4	5	2	4	5	4	3	2	1	2	3	2	1	3	1	1	1	4	1	1	1	1	1	3	1	4	3	1	5	3
1306	1	3	2	3	4	2	4	2	1	2	3	1	1	3	1	1	3	2	4	2	2	2	3	2	2	2	4	2	3	1
1307	2	2	4	5	3	2	3	3	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	4	1	2	3	2	3	4	3	3	2	4	3
1308	3	2	4	4	5	2	2	1	1	2	3	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	5	2	5	2	4	3
1311	2	4	3	5	5	4	5	4	1	5	3	2	5	1	4	2	1	4	1	4	2	4	1	3	5	4	3	4	4	4
1312	4	5	2	4	5	4	2	1	2	5	3	2	2	2	1	1	2	2	5	2	2	4	4	1	4	4	2	2	5	2
1313	2	1	2	3	4	2	3	1	1	2	1	1	5	3	1	2	2	2	5	1	1	2	2	1	4	4	4	3	4	2
1319	1	4	2	4	5	3	4	2	1	1	3	2	4	3	1	2	1	1	4	2	4	5	3	4	2	1	1	3	2	4
1325	5	5	4	5	5	2	5	2	2	2	5	2	2	2	2	1	1	5	5	4	5	5	2	5	2	2	2	5	2	2
1330	4	4	3	2	2	3	2	3	1	5	3	4	4	3	5	4	5	4	4	3	2	2	3	2	3	1	5	3	4	4
1337	1	2	3	2	5	2	2	3	1	2	3	2	2	3	1	4	2	1	2	3	2	5	2	2	3	1	2	3	2	2

1339	4	2	3	2	4	2	3	3	1	2	3	2	2	3	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2
1344	1	2	3	4	4	2	4	2	1	2	3	2	2	4	1	2	2	2	1	1	1	1	3	4	2	2	4	2	2	4
1345	5	2	5	2	4	5	5	3	3	1	2	3	2	5	2	2	1	2	2	4	1	2	1	1	4	3	2	1	1	4
1349	1	2	2	2	4	4	4	2	5	2	3	2	5	4	2	2	2	4	2	2	1	2	2	1	4	2	2	3	4	4

Tabla n. ° 23. Puntuaciones prueba tipo Likert, tercer semestre - 2011 I.

Quinto semestre - 2012 I

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1305	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	2	2	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	2	4	2	4	2	4	3
1306	2	2	4	3	5	3	4	3	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	1	4	2	3	2	4	4	2	5	3
1307	3	2	2	4	4	3	3	1	4	1	3	3	4	3	1	2	2	3	4	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3	3
1308	2	4	3	1	5	3	2	1	4	2	3	3	2	3	1	2	2	3	4	2	1	1	1	1	2	1	4	2	4	3
1311	4	2	1	4	4	3	5	2	2	2	3	3	5	1	1	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	4	2	2	4	3
1312	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	2	2	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	2	4	2	4	2	4
1313	2	2	2	4	3	5	3	4	3	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	1	4	2	3	2	4	4	2	5
1319	3	3	2	2	4	4	3	3	1	4	1	3	3	4	3	1	2	2	3	4	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3
1325	2	2	4	3	1	5	3	2	1	4	2	3	3	2	3	1	2	2	3	4	2	1	1	1	1	2	1	4	2	4
1330	4	4	2	1	4	4	3	3	2	2	2	3	3	5	1	1	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	4	2	2	4
1337	1	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	2	2	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	2	4	2	4	2	4
1339	2	2	2	4	3	5	3	4	3	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	1	4	2	3	2	4	4	2	5
1344	2	3	2	2	4	4	3	3	1	4	1	3	3	4	3	1	2	2	3	4	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3
1345	5	2	5	2	4	5	5	3	3	1	2	3	2	5	2	2	1	2	2	4	1	2	1	1	4	3	2	1	1	4

Tabla n. ° 24. Puntuaciones prueba tipo Likert, quinto semestre - 2012 I.

En esta última se pueden identificar los cambios en las puntuaciones con respecto a la tabla anterior. Nótese que, en cuanto a la afirmación 7 (la ecuación de estado para el comportamiento ideal de los gases) y la afirmación 8 (Kekulé propuso la estructura anular para el benceno). El profesor en formación inicial 1311 sobre la afirmación 7 puntuó 5 (totalmente en desacuerdo) y el 1330 en la afirmación 8 puntuó 3 (No sé qué decir).

Un análisis complementario de la prueba tipo Likert

Se recogen aquí, las puntualizaciones en cada de una de las opciones que presentó esta prueba, de conformidad con las categorías que para cada una de las definiciones los responsables de esta investigación decidieron auscultar. Número de profesores en formación que marcaron la opción en cada afirmación: 1 Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo.

TERCER SEMESTRE - 2011 I						
Clasificación de las afirmaciones	Respuestas					
	1	2	3	4	5	
	Número de estudiantes					
Epistemológicas	1	4	3	1	4	1
	2	1	5	1	3	3
	4	0	3	2	5	3
	6	0	1	1	4	7
	19	3	3	0	4	3
	25	1	5	2	3	2
	27	1	3	4	3	2
Químicas	3	0	5	5	3	0
	7	0	4	4	3	2
	9	11	2	0	0	0
	12	3	9	0	1	0
	13	3	5	1	2	2
	18	2	5	2	3	1
	20	5	4	2	2	0
	22	4	3	1	2	3
	24	2	5	3	2	1
	28	1	6	4	1	1
Didácticas	5	0	8	2	3	0
	10	2	8	0	0	3
	14	2	3	7	1	0
	17	5	6	1	0	1
	21	4	7	0	1	1
	23	2	6	4	1	0

QUINTO SEMESTRE - 2012 I						
Clasificación de las afirmaciones	Respuestas					
	1	2	3	4	5	
	Número de estudiantes					
Epistemológicas	1	1	8	2	2	0
	2	0	8	2	3	0
	4	2	2	2	7	0
	6	1	0	2	8	2
	19	2	1	6	4	0
	25	1	8	3	1	0
	27	1	6	0	6	0
Químicas	3	1	6	1	5	0
	7	0	2	7	3	0
	9	3	3	2	5	0
	12	0	1	11	1	0
	13	0	5	4	3	1
	18	3	6	4	0	0
	20	1	5	0	7	0
	22	8	3	1	1	0
	24	5	5	1	2	0
	28	0	8	0	5	0
Didácticas	5	0	0	4	6	3
	10	2	6	0	5	0
	14	2	5	3	2	1
	17	3	10	0	0	0
	21	5	8	0	0	0
	23	7	1	2	3	0

Didácticas	26	3	5	1	4	0
	29	0	5	1	5	2
Históricas	8	5	4	1	0	5
	11	0	11	0	5	0
	15	2	0	1	1	2
	16	6	0	2	0	6
	30	5	3	4	0	5

Didácticas	26	1	7	1	4	0
	29	0	8	1	3	1
Históricas	8	2	4	3	3	0
	11	4	4	5	0	0
	15	8	0	5	0	0
	16	9	4	0	0	0
	30	0	0	7	4	2

Tabla n. ° 25. Puntuaciones por opciones y por categorías.

Una inspección general de lo recogido en esta tabla parece indicar que los cambios en las opciones con respecto a las afirmaciones de la prueba no permiten afirmar que hubo en la promoción de estos profesores de química en formación inicial transformaciones conceptuales significativas. No obstante, son destacables algunos cambios. En la categoría “Epistemológicas” se puede destacar que, con respecto a la afirmación 1 (La química es una ciencia como la física) en tercer semestre, 4 profesores marcaron la opción 1 (Totalmente de acuerdo), 1 la opción 3 (No sé qué decir) y 4 la opción 4 (En desacuerdo); cuando se promovieron al quinto semestre académico, solo uno de ellos para la afirmación correspondiente se decidió por la opción 1, 8 por la opción 2 y 2 por la 4. Tres de ellos dejaron de estar en total acuerdo y se cuadruplicó el número de quienes al final entraron en duda con respecto a dicha afirmación.

Reparando en la afirmación 2 (Los químicos se ocupan de analizar y de sintetizar nuevas moléculas), inicialmente 5 de ellos marcaron la opción 2 (De acuerdo), número que se incrementó a 8 cuando pasaron al quinto semestre. Si se repara tanto en el número de profesores que se decidieron por las otras opciones como en el incremento en la opción anotada, se sugiere que en la promoción del tercero al quinto semestre académico del programa estos profesores no han logrado una transformación conceptual que los ubique aún en un discurso acerca de la ocupación histórica de los químicos desde finales del siglo XIX.

Sí se analizan las opciones referidas a la afirmación 6 (La fisicoquímica es el fundamento de dicha disciplina), se tiene que, en el tercer semestre 4 de ellos se deciden por la opción 4 (En desacuerdo), mientras que 7 lo hacen por la opción 5 (Totalmente en desacuerdo). En el quinto semestre, la opción 4 se duplica y la 5 disminuye a 2.

No habría argumentos sostenibles para afirmar que esta disciplina, con las críticas que se quieran, es asumida por estos profesores de química como el fundamento conceptual y metodológico de la química como ciencia. Se complementa este análisis con las puntuaciones referidas a la afirmación 19 (Las denominadas leyes ponderales pueden expresarse en términos de ecuaciones diferenciales), para la cual hay una diversidad de opciones, entre las que cabe destacar que de cero profesores en la opción 3 inicialmente, se pasa a en 6 con la promoción al quinto semestre.

En cuanto a la categoría “Química”, se destacan las opciones correspondientes a la afirmación 3 (La energía libre de Gibbs define el equilibrio químico): 5 de estos profesores inicialmente marcan 3 (No sé qué decir), mientras que con la promoción al quinto semestre solo uno de ellos marca esta opción. En lo referente a la afirmación 7 de la prueba (La ecuación de estado para el comportamiento ideal de los gases se obtiene integrando entre límites la siguiente expresión matemática: $dV = (\partial V/\partial P) dP + (\partial V/\partial T) dT$, a n constante) 4 se deciden por la opción 3 y en la promoción al quinto semestre académico este número aumenta a 7. Ello significaría posiblemente que hacia la mitad del proyecto curricular estos profesores no se han aproximado a una elaboración acerca de los fundamentos matemáticos de este modelo científico.

Examinada la afirmación 9 (La temperatura mide la cantidad de calor que contiene un sistema), se encontró que 11 de esos profesores marcaron la opción 1 (Totalmente de acuerdo), que se redujo a 3, tras la promoción. Ello da pie para pensar que estos profesores podrían hallarse en la época de J. Black. La transformación conceptual con respecto a esta afirmación no es significativa, una conclusión que puede ser extendida a las otras puntuaciones recogidas en esta tabla. Por último, se repara en las puntuaciones sobre la afirmación 12 (Los gases se comportan idealmente cuando la presión aplicada tiende a cero), 9 de estos profesores en formación inicial marcan en su tercer semestre la opción 2 (De acuerdo) y cero la opción 3, y luego, cuando se promueven al quinto semestre, solo 1 de ellos marca la opción 2. Unos resultados que hablarían en favor de una no aproximación didáctica a este contenido curricular.

En cuanto a la categoría de “Historia”, dada la disparidad de puntuaciones, se repara en la afirmación 11 (Emil Fischer y Julius Tafel sintetizaron por primera vez de azúcares naturales) se deduce de los resultados que 11 de estos profesores optan en su tercer semestre de formación por la 2, cero por la 3 y 5 por la 4. Al promoverse al quinto semestre, 4 optan por la 2 (De acuerdo).

Porcentaje de profesores en formación que marcaron la opción en cada afirmación:
1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo.

TERCER SEMESTRE - 2011 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	
	% de estudiantes					
Epistemológicas	1	30,8	23,1	7,7	30,8	7,7
	2	7,7	38,5	7,7	23,1	23,1
	4	0,0	23,1	15,4	38,5	23,1
	6	0,0	7,7	7,7	30,8	53,8
	19	23,1	23,1	0,0	30,8	23,1
	25	7,7	38,5	15,4	23,1	15,4
	27	7,7	23,1	30,8	23,1	15,4
Químicas	3	0,0	38,5	38,5	23,1	0,0
	7	0,0	30,8	30,8	23,1	15,4
	9	84,6	15,4	0,0	0,0	0,0
	12	23,1	69,2	0,0	7,7	0,0
	13	23,1	38,5	7,7	15,4	15,4
	18	15,4	38,5	15,4	23,1	7,7
	20	38,5	30,8	15,4	15,4	0,0
	22	30,8	23,1	7,7	15,4	23,1
	24	15,4	38,5	23,1	15,4	7,7
	28	7,7	46,2	30,8	7,7	7,7
Didácticas	5	0,0	61,5	15,4	23,1	0,0
	10	15,4	61,5	0,0	0,0	23,1
	14	15,4	23,1	53,8	7,7	0,0
	17	38,5	46,2	7,7	0,0	7,7
	21	30,8	53,8	0,0	7,7	7,7
	23	15,4	46,2	30,8	7,7	0,0
	26	23,1	38,5	7,7	30,8	0,0
	29	0,0	38,5	7,7	38,5	15,4

QUINTO SEMESTRE - 2012 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	
	% de estudiantes					
Epistemológicas	1	7,7	61,5	15,4	15,4	0,0
	2	0,0	61,5	15,4	23,1	0,0
	4	15,4	15,4	15,4	53,8	0,0
	6	7,7	0,0	15,4	61,5	15,4
	19	15,4	7,7	46,2	30,8	0,0
	25	7,7	61,5	23,1	7,7	0,0
	27	7,7	46,2	0,0	46,2	0,0
Químicas	3	7,7	46,2	7,7	38,5	0,0
	7	0,0	15,4	53,8	23,1	0,0
	9	23,1	23,1	15,4	38,5	0,0
	12	0,0	7,7	84,6	7,7	0,0
	13	0,0	38,5	30,8	23,1	7,7
	18	23,1	46,2	30,8	0,0	0,0
	20	7,7	38,5	0,0	53,8	0,0
	22	61,5	23,1	7,7	7,7	0,0
	24	38,5	38,5	7,7	15,4	0,0
	28	0,0	61,5	0,0	38,5	0,0
Didácticas	5	0,0	0,0	30,8	46,2	23,1
	10	15,4	46,2	0,0	38,5	0,0
	14	15,4	38,5	23,1	15,4	7,7
	17	23,1	76,9	0,0	0,0	0,0
	21	38,5	61,5	0,0	0,0	0,0
	23	53,8	7,7	15,4	23,1	0,0
	26	7,7	53,8	7,7	30,8	0,0
	29	0,0	61,5	7,7	23,1	7,7

Históricas	8	23,1	38,5	30,8	7,7	0,0
	11	7,7	0,0	84,6	0,0	38,5
	15	69,2	15,4	0,0	7,7	7,7
	16	38,5	46,2	0,0	15,4	0,0
	30	7,7	38,5	23,1	30,8	0,0

Históricas	8	15,4	30,8	23,1	23,1	0,0
	11	30,8	30,8	38,5	0,0	0,0
	15	61,5	0,0	38,5	0,0	0,0
	16	69,2	30,8	0,0	0,0	0,0
	30	0,0	0,0	53,8	30,8	15,4

Tabla n.° 26. Porcentajes generales por categorías y afirmaciones.

Discriminación de porcentajes por categorías

Porcentaje de profesores en formación que marcaron las opciones: 1 (Totalmente de acuerdo) y 2 (De acuerdo), porcentaje de los que marcaron 3 (No sé qué decir) y porcentaje de los que marcaron las opciones 4 (En desacuerdo) y 5 (Totalmente en desacuerdo).

TERCER SEMESTRE - 2011 I				
Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo
Epistemológicas	1	53,8	7,7	38,5
	2	46,2	7,7	46,2
	4	23,1	15,4	61,5
	6	7,7	7,7	84,6
	19	46,2	0,0	53,8
	25	46,2	15,4	38,5
	27	30,8	30,8	38,5
Químicas	3	38,5	38,5	23,1
	7	30,8	30,8	38,5
	9	100,0	0,0	0,0
	12	92,3	0,0	7,7
	13	61,5	7,7	30,8
	18	53,8	15,4	30,8
	20	69,2	15,4	15,4
	22	53,8	7,7	38,5
	24	53,8	23,1	23,1
	28	53,8	30,8	15,4

QUINTO SEMESTRE - 2012 I				
Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo
Epistemológicas	1	69,2	15,4	15,4
	2	61,5	15,4	23,1
	4	30,8	15,4	53,8
	6	7,7	15,4	76,9
	19	23,1	46,2	30,8
	25	69,2	23,1	7,7
	27	53,8	0,0	46,2
Químicas	3	53,8	7,7	38,5
	7	15,4	53,8	23,1
	9	46,2	15,4	38,5
	12	7,7	84,6	7,7
	13	38,5	30,8	30,8
	18	69,2	30,8	0,0
	20	46,2	0,0	53,8
	22	84,6	7,7	7,7
	24	76,9	7,7	15,4
	28	61,5	0,0	38,5

Didácticas	6	61,5	15,4	23,1
	10	76,9	0,0	23,1
	14	38,5	53,8	7,7
	17	84,6	7,7	7,7
	21	84,6	0,0	15,4
	23	61,5	30,8	7,7
	26	61,5	7,7	30,8
	29	38,5	7,7	53,8
Históricas	8	61,5	30,8	7,7
	11	7,7	84,6	38,5
	15	84,6	0,0	15,4
	16	84,6	0,0	15,4
	30	46,2	23,1	30,8

Didácticas	6	0,0	30,8	69,2
	10	61,5	0,0	38,5
	14	53,8	23,1	23,1
	17	100,0	0,0	0,0
	21	100,0	0,0	0,0
	23	61,5	15,4	23,1
	26	61,5	7,7	30,8
	29	61,5	7,7	30,8
Históricas	8	46,2	23,1	23,1
	11	61,5	38,5	0,0
	15	61,5	38,5	0,0
	16	100,0	0,0	0,0
	30	0,0	53,8	46,2

Tabla n. ° 27. Porcentajes generales por categorías y afirmaciones.

Nótese que en lo tocante a la categoría “Epistemológicas” en el tercer semestre se encuentra que, en las afirmaciones destacadas, los porcentajes se distribuyen, en cuanto a estar de acuerdo, así: 1 (La química es una ciencia como la física) con un 53,8 %, 19 (Las denominadas leyes ponderales pueden expresarse en términos de ecuaciones diferenciales) con un 46,2 %, 25 (La formación de profesores de química ha de estar orientada a la elaboración de modelos acerca del aprendizaje de esta disciplina académica) con un 46,2 % y 27 (La química ha sido construida por colectivos de especialistas) con un 30,8 %. En el quinto semestre esas puntuaciones fueron: 1 (69,2 %), 19 (23,1 %), 25 (69,2 %) y 27 (53,8 %). Nuevamente, hay transformaciones, pero estas no son de gran alcance.

Esos porcentajes se distribuyen en cuanto a estar en desacuerdo, en el tercer semestre, así: 1 (38,5 %), 19 (53,8 %), 25 (38,5 %) y 27 (38,5 %). Y con el cambio al quinto semestre: 1 (15,4 %), 19 (30,8 %), 25 (7,7 %) y 27 (46,2 %). Podría destacarse una disminución en lo tocante a las afirmaciones 1, 19, 25 y 27 con la promoción del tercer al quinto semestre, que presentan un aumento correspondiente en cuanto al estar de acuerdo.

Prueba de composición

De acuerdo con los siguientes criterios: Estructura del texto: a) CD = Colección de definiciones. b) PEst. = Posee una estructura. c) NC = No tiene coherencia. Posición epistemológica: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de las anteriores.

Tercer semestre - 2011 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1305	X	X				X
1306	X			X		
1307	X				X	
1308	X	X				X
1311	X			X		
1312	X	X				X
1313		X		X		
1319	X	X				X
1325	X			X		
1330	X	X				X
1344	X			X		
1345	X				X	

Tabla n.° 28. Tercer semestre 2011 - I

Quinto semestre - 2012 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1305	X	X		X		
1306	X	X				X
1307	X					X
1308	X	X				X
1311			X			
1312	X	X		X		
1313	X	X				X
1319		X			X	
1325	X	X				X
1330	X	X		X		
1344	X	X				X
1345	X	X				X

Tabla n.° 29. Quinto semestre 2012 - I

Obsérvese cómo en el tercer semestre y en el quinto predomina el hecho de que las composiciones son una colección de definiciones (CD), aun cuando la mayoría de ellas, sobre todo en el quinto, evidencian una estructura, sin que haya razones para ubicarlas dentro de una aproximación epistemológica.

Comparaciones necesarias

Los criterios para la tabulación e interpretación de la información se precisaron en la sección 3.5. Reitérese que para este ejercicio metodológico se decidió seleccionar los resultados arrojados por los profesores de química en formación inicial en los

conceptos, campos de investigación y afirmaciones para las tres promociones estudiadas cuya codificación era impar, lo cual se presenta en tablas y sus respectivos análisis como sigue:

P. F. 1305	Tercer semestre - 2011 I						Quinto semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	CP	CP	PE	NA	CP	CP	CP	CP	PE	NA	CP
Cuestionario n.º 2												
Pregunta n.º	1	3	4				1	3	4			
Concepción	NA	NA	NA				CP	CP	CP			
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	CP	CP	NR	NR	NR	CP	CP	CP	NR	NR
Prueba tipo Likert												
Afirmaciones	1	4	10	18	23							
Puntuación	4	5	2	4	1	1	2	4	2	1	1	

Tabla n.º 30. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1305.

La transformación en este caso se evidencia, principalmente, en lo referente a los campos de investigación en didáctica de las ciencias. Este profesor en formación en el tercer semestre manifestó consideraciones que fueron catalogadas de no admisibles, y en el quinto semestre su discurso al respecto se admite, no obstante que inscrito en una versión positivista. Obsérvese cómo en lo atinente a los conceptos relativos al cuestionario #1, no se presentaron transformaciones, comportamiento que se corresponde con lo observado en la prueba de composición, toda vez que frente a los conceptos: ciencia, historia de la química y didáctica de la química, el profesor no contestó en los dos momentos de la indagación, mientras que en las demás respuestas consignadas se refleja una concepción positivista.

En relación con la prueba tipo Likert, la transformación que se presenta es con respecto a las afirmaciones 1 y 18, que pasan, respectivamente, del acuerdo al desacuerdo y viceversa, como se presentó en la anterior tabla.

P. F. 1311		Tercer semestre - 2011 I						Quinto semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1													
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	CP	CP	PE	NA	NA		NA	PE	NA	PE	CP	NA
Cuestionario n.º 2													
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4			
Concepción	NA	NA	NA					CP	CP	CP			
Prueba de composición													
Término n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	NA	NR	NR	NA		NR	CP	NR	NR	NR	CP
Prueba tipo Likert													
Afirmaciones	1	4	10	18	23								
Puntuación	2	5	5	4	1								
								1	4	10	18	23	
								4	4	2	3	1	

Tabla n.º 31. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1311.

En el caso particular de este profesor en formación, en el cuestionario 1 hay pocas transformaciones. Puntualmente, de la concepción positivista sobre ciencia y tabla periódica pasa a un discurso que es inadmisibles, contrario a lo ocurrido con historia de la química. Por lo demás, el discurso se mantiene en la posición ecléctica sobre profesor de química, e inadmisibles para los demás conceptos. La no admisibilidad en las concepciones se mantiene en la prueba de composición, que sigue evidenciando la no respuesta a varios de los ítems.

Las afirmaciones de la prueba Likert sobre las que se presentan algunas transformaciones son la 4, la 10 y la 18. El acuerdo se mantiene en las afirmaciones 1 y 23.

P. F. 1337		Tercer semestre - 2011 I						Quinto semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1													
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	CP	NA	NA	CP	CNP	NR		PE	CP	CNP	CP	NR	NR
Cuestionario n.º 2													
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4			
Concepción	CP	CP	CP					CP	CP	CP			
Prueba de composición													
Término n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	NR	NR	NR	NR	NR		NR	NR	NR	NR	NR	NR
Prueba tipo Likert													
Afirmaciones	1	4	10	18	23				1	4	10	18	23
Puntuación	4	2	5	4	3				4	1	2	2	1

Tabla n.º 32. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1337.

Como se apreciaba, para el caso de este profesor en formación en el Cuestionario n.º 1, en tercer semestre refleja una concepción positivista frente a la ciencia y al hecho de ser profesor de química, posicionamiento que cambia en la promoción al quinto semestre en cuanto a su concepción de ciencia, pues evidencia una posición ecléctica sobre ésta, pero mantiene la tendencia acerca de profesor de química. Transforma la concepción de química de ser no admisible, a una versión positivista de la misma, y la de tabla periódica de ser no admisible al posicionamiento no positivista. Si bien en el tercer semestre se evidencia una concepción no positivista sobre la historia de la química, en su promoción no contesta a la pregunta correspondiente. En cuanto a la didáctica de la química, continúa sin dar respuestas al respecto, hecho que es controversial, pues en el Cuestionario n.º 2, que auscultó concepciones sobre aspectos conceptuales y metodológicos de esta disciplina, se evidenció una concepción positivista acerca de esos tres campos de investigación, concepción que parece perdurar en su tránsito del tercero al quinto semestre en su formación. Este posicionamiento parece mantenerse, según lo puntúa en la prueba tipo Likert, pues aun cuando hay algunas transformaciones relevantes en las afirmaciones 10 y 28, es destacable que las concepciones objeto de estudio siguen siendo las aludidas. Vale la pena mencionar que este profesor en formación no respondió a los ítems de la prueba de composición.

P. F. 1345		Tercer semestre - 2011 I						Quinto semestre - 2012 I						
Cuestionario n.º 1														
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17	
Concepción	NA	CP	CP	PE	CP	CP		CP	NA	NA	CP	CNP	NR	
Cuestionario n.º 2														
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4				
Concepción	NA	NA	NA					CP	NA	CP				
Prueba de composición														
Término n.º	1	2	9	12	16	17		1	2	9	12	16	17	
Concepción	CP	CP	NA	CNP	NR	NR		CP	CP	CP	CP	CP	NR	
Prueba tipo Likert														
Afirmaciones	1	4	10	18	23					1	4	10	18	23
Puntuación	4	2	5	4	3					4	1	2	2	1

Tabla n.º 33. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1345.

Este profesor presenta variaciones importantes en su discurso durante esta promoción, como se observa en la tabla anterior, puntualmente en el Cuestionario n.º 1, al ser contrastado con la prueba de composición, en las concepciones sobre los campos de investigación en didáctica de las ciencias.

En cuanto a la prueba tipo Likert, se presentan variaciones en la mayoría de las afirmaciones, excepto la afirmación 4, sobre la cual permanece el acuerdo.

Consideraciones para esta promoción

Una vez realizados los análisis correspondientes a esta promoción, es posible inferir que predomina entre los profesores en formación una aproximación positivista acerca de las ciencias, de la química, de la didáctica de las ciencias en general y de la química en particular, en donde la mirada sobre la historia de las ciencias y de la química muestra ser también de tipo positivista, es decir, una narración de los acontecimientos pasados, en términos de una sucesión lineal de acontecimientos y en la que el reduccionismo fiscalista es destacable.

Sobresalen inseguridades referidas a las respuestas dadas sobre algunos conceptos químicos, consignados en el Cuestionario n.º 1. Sobre las composiciones que se les solicitaron, acudiendo a los conceptos relacionados en ese cuestionario, un apreciable número de ellas, después del análisis respectivo, fue clasificado como no admisible (NA). Se asumieron como una colección de definiciones, por lo que se concluyó que no habían logrado un discurso. En esta dirección, los resultados en general parecen demostrar que las transformaciones conceptuales no fueron significativas cuando los profesores de química en formación inicial pasaron del tercero al quinto semestre.

Parte III: promoción del quinto al séptimo semestre

Como se ha presentado en los dos últimos apartados, la última promoción analizada se reporta como sigue:

Cuestionario n.º 1

Según los criterios establecidos: ¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica.

Quinto semestre - 2011 I

Preguntas Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1502	CNP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CNP	CP	CP	CNP	CNP	CNP
1503	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NR	NR	CP	CP	CP	CNP	CP	NA	CP	NA	CNP
1506	NR	CP	CNP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP
1508	PE	CP	CNP	CP	CP	CP	CP	CP	CNP	CP	NR	CP	CP	CP	NR	NR	NR
1513	PE	NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	NA	PE	NA	NA	CNP	CP	CNP	CNP	CNP
1514	CP	CP	CP	CP	NA	CP	NA	NA	CP	CP	NR	CP	CP	CP	CPC	NR	NA
1516	CP	CP	CNP	CP	NR	CP	CP	NA	CP	CNP	NR	NR	CP	CP	CP	NR	CP

TOTAL	AD	CP	3	6	5	6	4	7	4	3	5	5	3	3	6	6	4	1	2
		CNP	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	2	2	3
		PE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	NA		0	1	0	1	2	0	2	3	1	0	1	1	0	1	0	1	1
	NR		1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	3	1	0	0	1	3	1

Tabla n. ° 34. Resultados del Cuestionario n. ° 1, quinto semestre - 2011 I.

En este caso, se evidencia cómo para las preguntas: 2 (química), 3 (átomo), 6 (enlace químico), 13 (leyes ponderales) y 14 (química inorgánica), continúa la tendencia a la posición epistemológica positivista (CP). De manera similar al primer tránsito aquí reportado (primer a tercer semestre) es poco significativo el número de respuestas con posicionamiento no positivista. Se denota, en cambio, una disminución en el número de respuestas no admisibles, las cuales, no obstante, continúan circunscritas en la posición epistemológica predominante. La disminución del número de respuestas no contestadas se hace evidente también.

Séptimo semestre - 2011 I

Preguntas Código		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TOTAL	AD	1502	PE	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CNP	NA	CP	CNP	CP	CNP
		1503	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NR	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CP	CNP	CP
		1506	NR	CP	CP	CP	NR	CP	NA	CP	NR	CP	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	1508		PE	PE	CP	CP	CP	CP	CP	NA	CP	CP	CP	NR	CP	CP	NR	NR
	1513		NR	NA	CP	CP	NA	CP	NA	NA	CP	CP	CP	CP	CP	CP	NA	CP
	1514		CP	CP	NA	CP	NR	NA	NA	NA	CP	NA	CP	CP	NR	NR	NR	NA
TOTAL	1516		NR	CP	NA	NA	NA	CP	NR	NR	CP	NA	CP	CP	NR	CP	CP	CP
	AD	CP	2	5	5	6	3	6	3	2	6	5	6	4	3	5	3	2
		CNP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
		PE	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NA		0	1	2	1	2	1	3	3	0	2	0	0	1	0	0	2
	NR		3	0	0	0	2	0	1	2	1	0	1	2	3	2	3	2

Tabla n. ° 35. Resultados del Cuestionario n. ° 1, séptimo semestre - 2012 I.

En el séptimo semestre la distribución se ubica así: las respuestas a los interrogantes 3, 4, 6, 9, 11 y 14 dejan entrever la aproximación a la concepción positivista. La no admisibilidad así como las no respuestas disminuyen, al tiempo que las posturas catalogadas de no positivistas son mínimas.

Cuestionario n.º 2

¿Hay un discurso? AD = Admisible. NA = No admisible. NR = No hubo respuesta.

Posición epistemológica deducible: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de estas. PE = Posición ecléctica.

Quinto semestre - 2011 I									
CÓDIGO		1	2	3	4	5	6	7	
1502		CNP	CNP	CP	CP	CNP	CNP	CNP	
1503		CP	NA	CNP	PE	CNP	CP	NR	
1506		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NR	
1508		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NR	
1513		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1516		CP	NA	CNP	CP	NA	CNP	NR	
1518		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NR	
TOTAL PE	AD	CP	2	0	1	2	0	1	0
		CNP	1	1	2	0	2	2	1
		PE	0	0	0	1	0	0	0
	NA		4	6	4	4	5	4	1
	NR		0	0	0	0	0	0	5
Séptimo semestre - 2012 I									
CÓDIGO		1	2	3	4	5	6	7	
1502		CP	CP	CP	CNP	CNP	CNP	CNP	
1503		NA	CP	NA	NA	CP	NA	NA	
1506		NR	NR	NR	NR	NR	NA	NR	
1508		CP	CNP	NA	NA	NA	NA	NR	
1513		NA	NA	NA	NR	NR	NA	NR	
1516		NR	NA	NR	NA	NR	NR	NR	
1518		NR	NA	NR	NR	NA	NA	NR	
TOTAL PE	AD	CP	2	2	1	0	1	0	0
		CNP	0	1	0	1	1	1	1
		PE	0	0	0	0	0	0	0
	NA		2	3	3	3	2	5	1
	NR		3	1	3	3	3	1	5

Tabla n.º 36. Resultados del Cuestionario n.º 2, quinto semestre - 2011 I. Tabla n.º 37. Resultados del Cuestionario n.º 2, séptimo semestre - 2011 I.

Como se reporta en la Tabla n.º 36, hay una tendencia a la no admisibilidad en el discurso planteado por los profesores de química en formación inicial frente a las primeras seis líneas de investigación, siendo la de mayor recurrencia, en tal sentido, la 2 (ideas previas de los estudiantes). Destáquese, el hecho de que en esta fase de las transiciones abordadas es mayoritaria la cantidad de profesores que no responden a la pregunta 7 (pedagogía de la química). La posición epistemológica positivista se ma-

nifiesta en dos casos, para las preguntas 1 y 2 (concepciones histórico-epistemológicas y didácticas e ideas previas de los estudiantes). Del lado de la posición epistemológica no positivista, en cambio, hay de a dos personas en las preguntas 3, 5 y 6 (relaciones enseñanza-aprendizaje, confiabilidad en los textos de enseñanza y concepciones de aprendizaje).

En el tránsito al séptimo semestre, según se ha presentado en la Tabla n.º 37, la no admisibilidad y la no respuesta mantienen el dominio de la tendencia, mientras que de los casos de posición epistemológica positivista (mínimos los dos) puede decirse que las tendencias son mínimas en las preguntas allí puntuadas.

Al igual que en las dos transiciones anteriores, se ha ampliado la perspectiva del análisis, agrupando las concepciones de los profesores en formación dentro de las líneas de investigación en didáctica de las ciencias que se reportan como sigue:

Quinto semestre - 2011 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1502	Lo que el estudiante ya conoce	Herramienta de trabajo	La manera como el estudiante aprende
1503	Ideas erróneas	Herramienta de trabajo	Dificultades de aprendizaje
1506	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1508	Preconceptos	Validez conceptual relativa	La manera como el estudiante aprende
1513	Ideas erróneas	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1516	Lo que el estudiante ya conoce	Información veraz y segura	Dificultades de aprendizaje
1518	Preconceptos	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje

Tabla n.º 38. Respuestas resaltadas en relación con la didáctica de las ciencias, quinto semestre - 2011 I.

Como se aprecia, de las tres líneas de investigación seleccionadas para el análisis, en el quinto semestre las concepciones se distribuyen de manera equivalente. Por ejemplo, en el caso de la línea de las ideas previas de los estudiantes, tres de los profesores consideran que estas son lo que el estudiante ya conoce, otros dos asumen que son ideas erróneas y dos de ellos manifiestan que son preconceptos.

Séptimo semestre - 2012 I

Cód.	Ideas previas de los estudiantes	Confiabilidad de los textos de enseñanza	Concepciones sobre aprendizaje
1502	Lo que el estudiante ya conoce	Herramienta de trabajo	La manera como el estudiante aprende
1503	Lo que el estudiante ya conoce	Validez conceptual relativa	Dificultades de aprendizaje
1506	No responde	No responde	No responde
1508	Ideas erróneas	Información veraz y segura	La manera como el estudiante aprende
1513	Lo que el estudiante ya conoce	No responde	Dificultades de aprendizaje
1516	Preconceptos	No responde	No responde
1518	Ideas erróneas	Validez conceptual relativa	No responde

Tabla n.º 39. Respuestas resaltadas en relación con la didáctica de las ciencias, séptimo semestre - 2012 I.

Una vez hecha la transición, se evidencia cómo hay un paso al distribuirse las consideraciones frente a las líneas de investigación en didáctica de las ciencias, incrementándose la cantidad de preguntas sin respuesta, mayoritariamente en cuanto a las líneas de confiabilidad de los textos de enseñanza y concepciones sobre aprendizaje.

Prueba tipo Likert

Quinto semestre - 2011 I
Según los criterios: 1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo.

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1502	2	4	4	4	4	4	2	4	4	2	3	2	2	1	1	1	2	1	4	1	1	1	1	2	4	2	4	2	4	3
1503	2	2	4	3	5	3	4	3	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	4	2	1	4	2	3	2	4	4	2	5	3
1506	3	2	2	4	4	3	3	1	4	1	3	3	4	3	1	2	2	3	4	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3	3
1508	2	4	3	1	5	3	2	1	4	2	3	3	2	3	1	2	2	3	4	2	1	1	1	1	2	1	4	2	4	3
1513	4	2	1	4	4	3	NR	2	2	2	3	3	5	1	1	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	4	2	2	4	3
1514	1	4	2	2	4	2	3	2	2	2	3	2	4	2	2	2	2	3	4	1	2	2	2	2	2	4	9	2	4	3
1518	5	4	5	5	5	2	1	1	5	1	3	4	4	5	2	2	1	5	5	2	1	1	2	2	2	5	4	4	5	3

Tabla n.º 40. Puntuaciones prueba tipo Likert, quinto semestre - 2011 I.

Destáquese que del total de 210 opciones esperadas, 29 de ellas estuvieron dentro de la opción 3, “No sé qué decir”. En este recuento, solo 5 optaron por la 1, “Totalmente de acuerdo”. En el otro extremo está la opción 4, “En desacuerdo”, que da pie para un análisis comparativo referido a las transformaciones conceptuales, elaborado por quienes colaboraron en este proyecto de investigación, los responsables de los resultados de un proyecto semejante. Siguiendo el esquema metodológico adoptado, se pasa, con la Tabla n.º 41 a examinar las transformaciones conceptuales sucedidas con la promoción del quinto al séptimo semestre.

Séptimo semestre - 2012 I

CÓD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1502	4	2	1	5	5	2	4	2	1	1	4	2	5	2	1	4	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2	4	1	4	2
1503	2	4	4	NR	5	2	2	3	2	1	3	4	4	4	1	4	2	2	4	2	2	2	1	2	3	2	4	2	4	3
1506	4	4	4	5	4	4	1	2	2	2	3	2	2	1	2	4	2	3	5	2	2	2	4	2	4	4	2	2	4	2
1508	3	5	5	2	5	3	1	1	5	5	3	4	2	3	2	2	3	4	2	3	4	2	3	2	4	NR	2	4	3	2
1513	1	2	2	2	4	1	4	2	4	2	2	2	1	1	2	4	2	2	4	2	2	2	4	2	4	4	4	2	2	2
1514	1	2	2	4	4	2	3	2	2	2	3	2	4	2	2	2	2	3	4	1	2	2	2	2	2	4	4	2	4	3
1518	4	5	5	5	4	1	2	2	2	3	4	5	2	2	2	2	3	5	1	2	2	4	2	2	5	4	4	4	4	2

Tabla n.º 41. Puntuaciones prueba tipo Likert, séptimo semestre - 2012 I.

Respecto de la transición, valorada en este caso mediante la escala tipo Likert, puede decirse que los cambios significativos se evidencian en las afirmaciones 4 (Los descubrimientos químicos fueron hechos por individuos geniales), 6 (La fisicoquímica es el fundamento de dicha disciplina), 13 (Los bioquímicos se ocupan de investigar las reacciones que ocurren en las células), 14 (En el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno los electrones saltan de un nivel de energía inferior a otro superior, al adsorber cierta cantidad de energía), 16 (La alquimia, la teoría del flogisto, la de la oxidación y la estructural son etapas históricas de la construcción de la química) y 25 (La formación de profesores de química ha de estar orientada a la elaboración de modelos acerca del aprendizaje de esta disciplina académica).

Un análisis complementario de la prueba tipo Likert

Se ha elaborado esta Tabla n.º 42, con la intención de precisar, de entre el número de profesores de química en formación inicial, cuántos de ellos puntuaron en cada una de las afirmaciones que se formularon para cada una de las categorías, con el objetivo de establecer una mirada específica en torno a cuáles fueron las transformaciones conceptuales que elaboraron estos profesores en su promoción del quinto al séptimo semestre del programa de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Aun cuando se tilde de repetitivo, se recuerda que para la prueba tipo Likert, las opciones sobre las que tenían que tomar una decisión frente a cada una de las afirmaciones de esta prueba fueron: 1. Totalmente de acuerdo. 2. De acuerdo. 3. No sé qué decir. 4. En desacuerdo. 5. Totalmente en desacuerdo.

QUINTO SEMESTRE - 2011 I						
Clasificación de las afirmaciones	Respuestas					Número de estudiantes
	1	2	3	4	5	
Epistemológicas	1	1	3	1	1	1
	2	0	3	0	4	0
	4	1	1	1	3	1
	6	0	0	0	4	3
	19	0	1	0	5	1
	25	5	0	1	1	0
	27	0	2	1	4	0
Químicas	3	1	2	1	2	1
	7	1	2	2	1	0
	9	0	3	0	3	1
	12	0	2	3	2	0
	13	0	3	0	3	1
	18	1	0	5	0	1
	20	2	5	0	0	0
	22	4	1	1	1	0
	24	1	5	1	0	0
	28	0	6	0	1	0

SÉPTIMO SEMESTRE - 2012 I						
Clasificación de las afirmaciones	Respuestas					Número de estudiantes
	1	2	3	4	5	
Epistemológicas	1	2	1	1	3	0
	2	0	3	0	2	2
	4	0	2	0	1	3
	6	0	0	0	4	3
	19	1	1	0	4	1
	25	0	1	1	4	1
	27	0	2	0	5	0
Químicas	3	1	2	0	2	2
	7	2	2	1	2	0
	9	1	4	0	1	1
	12	0	4	0	2	1
	13	1	3	0	2	1
	18	0	3	2	1	1
	20	1	5	1	0	0
	22	0	6	0	1	0
	24	0	7	0	0	0
	28	1	4	0	2	0

Didácticas	5	0	2	4	1	0
	10	3	4	0	0	0
	14	2	1	3	0	1
	17	2	5	0	0	0
	21	4	3	0	0	0
	23	3	3	0	1	0
	26	0	2	1	3	1
	29	0	0	1	4	2
Históricas	8	3	2	1	1	0
	11	0	0	7	0	0
	15	5	2	0	0	0
	16	1	6	0	0	0
	30	5	3	4	0	5

Didácticas	5	2	3	1	1	0
	10	2	3	1	0	1
	14	2	3	1	1	0
	17	0	5	2	0	0
	21	0	6	0	1	0
	23	1	3	1	2	0
	26	0	2	0	4	0
	29	0	1	1	5	0
Históricas	8	1	5	1	0	0
	11	0	1	4	2	0
	15	2	5	0	0	0
	16	0	3	0	4	0
	30	0	0	7	4	2

Tabla n.º 42. Puntuaciones por opciones y por categorías.

Las puntuaciones recogidas en esta Tabla, dan a entender cómo los profesores de química en formación inicial transformaron sus concepciones acerca de la ciencia, la didáctica y la pedagogía. La Tabla n.º. 42, informa acerca de los propósitos de emitir un concepto acerca de la formación experimentada por estos profesores.

La siguiente tabla se elaboró con el fin de obtener una perspectiva general, en términos de porcentajes totales de las opciones tomadas por estos profesores de química en formación inicial, con respecto a las categorías definidas y sus correspondientes afirmaciones. Como guía se recuerda que dichas opciones fueron: 1. Totalmente de acuerdo, 2. De acuerdo, 3. No sé qué decir, 4. En desacuerdo y 5. Totalmente en desacuerdo.

QUINTO SEMESTRE - 2011 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	% de estudiantes
Epistemológicas	1	14,3	42,9	14,3	14,3	14,3
	2	0,0	42,9	0,0	57,1	0,0
	4	14,3	14,3	14,3	42,9	14,3
	6	0,0	0,0	0,0	57,1	42,9
	19	0,0	14,3	0,0	71,4	14,3
	25	71,4	0,0	14,3	14,3	0,0
	27	0,0	28,6	14,3	57,1	0,0
Químicas	3	14,3	28,6	14,3	28,6	14,3
	7	14,3	28,6	28,6	14,3	0,0
	9	0,0	42,9	0,0	42,9	14,3
	12	0,0	28,6	42,9	28,6	0,0
	13	0,0	42,9	0,0	42,9	14,3
	18	14,3	0,0	71,4	0,0	14,3
	20	28,6	71,4	0,0	0,0	0,0
	22	57,1	14,3	14,3	14,3	0,0
	24	14,3	71,4	14,3	0,0	0,0
	28	0,0	85,7	0,0	14,3	0,0
Didácticas	5	0,0	28,6	57,1	14,3	0,0
	10	42,9	57,1	0,0	0,0	0,0
	14	28,6	14,3	42,9	0,0	14,3
	17	28,6	71,4	0,0	0,0	0,0
	21	57,1	42,9	0,0	0,0	0,0
	23	42,9	42,9	0,0	14,3	0,0
	26	0,0	28,6	14,3	42,9	14,3
	29	0,0	0,0	14,3	57,1	28,6
Históricas	8	42,9	28,6	14,3	14,3	0,0
	11	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	15	71,4	28,6	0,0	0,0	0,0
	16	14,3	85,7	0,0	0,0	0,0
	30	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0

SÉPTIMO SEMESTRE - 2012 I						
Clasificación de las afirmaciones	Opciones					
	1	2	3	4	5	% de estudiantes
Epistemológicas	1	28,6	14,3	14,3	42,9	0,0
	2	0,0	42,9	0,0	28,6	28,6
	4	0,0	28,6	0,0	14,3	42,9
	6	0,0	0,0	0,0	57,1	42,9
	19	14,3	14,3	0,0	57,1	14,3
	25	0,0	14,3	14,3	57,1	14,3
	27	0,0	28,6	0,0	71,4	0,0
Químicas	3	14,3	28,6	0,0	28,6	28,6
	7	28,6	28,6	14,3	28,6	0,0
	9	14,3	57,1	0,0	14,3	14,3
	12	0,0	57,1	0,0	28,6	14,3
	13	14,3	42,9	0,0	28,6	14,3
	18	0,0	42,9	28,6	14,3	14,3
	20	14,3	71,4	14,3	0,0	0,0
	22	0,0	85,7	0,0	14,3	0,0
	24	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0
	28	14,3	57,1	0,0	28,6	0,0
Didácticas	5	28,6	42,9	14,3	14,3	0,0
	10	28,6	42,9	14,3	0,0	14,3
	14	28,6	42,9	14,3	14,3	0,0
	17	0,0	71,4	28,6	0,0	0,0
	21	0,0	85,7	0,0	14,3	0,0
	23	14,3	42,9	14,3	28,6	0,0
	26	0,0	28,6	0,0	57,1	0,0
	29	0,0	14,3	14,3	71,4	0,0
Históricas	8	16,7	83,3	16,7	0,0	0,0
	11	0,0	16,7	66,7	33,3	0,0
	15	33,3	83,3	0,0	0,0	0,0
	16	0,0	50,0	0,0	66,7	0,0
	30	0,0	83,3	33,3	0,0	0,0

Tabla n. ° 43. Porcentajes generales por categorías y afirmaciones.

Esta tabla suministra información, con respecto a la prueba tipo Likert, de las transformaciones conceptuales que se sucedieron. Ello da a entender que el paso del quinto al séptimo semestre, en lo tocante a la transformación de las concepciones, no es significativo.

Discriminación de porcentajes por categorías

En la siguiente tabla se expresan, por cada una de las categorías que se definieron para formular las afirmaciones, el porcentaje de estudiantes que estuvieron de acuerdo, el de los que no optaron por una posición —es decir, los que marcaron 3, “No sé qué decir”— y el de aquellos que manifestaron estar en desacuerdo. En cuanto a la primera discriminación, se sumaron las opciones.

TERCER SEMESTRE - 2011 I				
Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo
Epistemológicas	1	57,1	14,3	28,6
	2	42,9	0,0	57,1
	4	28,6	14,3	57,1
	6	0,0	0,0	100,0
	19	14,3	0,0	85,7
	25	71,4	14,3	14,3
	27	28,6	14,3	57,1
Químicas	3	42,9	14,3	42,9
	7	42,9	28,6	14,3
	9	42,9	0,0	57,1
	12	28,6	42,9	28,6
	13	42,9	0,0	57,1
	18	14,3	71,4	14,3
	20	100,0	0,0	0,0
	22	71,4	14,3	14,3
	24	85,7	14,3	0,0
	28	85,7	0,0	14,3
Didácticas	5	28,6	57,1	14,3
	10	100,0	0,0	0,0
	14	42,9	42,9	14,3

QUINTO SEMESTRE - 2012 I				
Clasificación de afirmaciones		% Est. de acuerdo	% Est. sin posición	% Est. en desacuerdo
Epistemológicas	1	42,9	14,3	42,9
	2	42,9	0,0	57,1
	4	28,6	0,0	57,1
	6	0,0	0,0	100,0
	19	28,6	0,0	71,4
	25	14,3	14,3	71,4
	27	28,6	0,0	71,4
Químicas	3	42,9	0,0	57,1
	7	57,1	14,3	28,6
	9	71,4	0,0	28,6
	12	57,1	0,0	42,9
	13	57,1	0,0	42,9
	18	42,9	28,6	28,6
	20	85,7	14,3	0,0
	22	85,7	0,0	14,3
	24	100,0	0,0	0,0
	28	71,4	0,0	28,6
Didácticas	5	71,4	14,3	14,3
	10	71,4	14,3	14,3
	14	71,4	14,3	14,3

Didácticas	17	100,0	0,0	0,0
	21	100,0	0,0	0,0
	23	85,7	0,0	14,3
	26	28,6	14,3	57,1
	29	0,0	14,3	85,7
Históricas	8	71,4	14,3	14,3
	11	0,0	100,0	0,0
	15	100,0	0,0	0,0
	16	100,0	0,0	0,0
	30	0,0	100,0	0,0

Didácticas	17	71,4	28,6	0,0
	21	85,7	0,0	14,3
	23	57,1	14,3	28,6
	26	28,6	0,0	57,1
	29	14,3	14,3	71,4
Históricas	8	100,0	16,7	0,0
	11	16,7	66,7	33,3
	15	100	0,0	0,0
	16	50,0	0,0	66,7
	30	83,3	33,3	0,0

Tabla n. ° 44. Puntuaciones por opciones y por categorías.

Siguiendo los criterios anteriores, se destaca que en el quinto semestre, para la categoría “Epistemología”, las afirmaciones 1 (La química es una ciencia como la física), un 57,1 %; la 2 (Los químicos se ocupan de analizar y de sintetizar nuevas moléculas), un 42,9 %, y la 25 (La formación de profesores de química ha de estar orientada a la elaboración de modelos acerca del aprendizaje de esta disciplina académica), un 71,4 %, se agrupan en estar de acuerdo. Al promoverse al séptimo semestre, se obtuvo: 1 (42,9 %), 2 (42,9 %) y 25 (14,3 %). Solo en la afirmación 25 la transformación conceptual experimentada es altamente significativa.

En la categoría “Química”, las puntuaciones en estar de acuerdo se distribuyen, para cada una de las afirmaciones, así: 3 (La energía libre de Gibbs define el equilibrio químico), 42,9 %; 7 (La ecuación de estado para el comportamiento ideal de los gases, se obtiene integrando entre límites la siguiente expresión matemática: $dV = (\partial V/\partial P) dP + (\partial V/\partial T) dT$, a n constante), 42,9 %; la 9 (La temperatura mide la cantidad de calor que contiene un sistema), 42,9 %; la 20 (La química es una acumulación lineal de descubrimientos), 100 %; la 22 (La cinética química permite postular los mecanismos a través de los cuales transcurre cada reacción), 71,4 %; la 24 (Los modelos del orbital molecular y del enlace de valencia explican energéticamente cómo se unen los átomos para formar moléculas), 85,7 %, y la 28 (Se es profesor de química en la medida en que los formadores de formadores se ocupan de que se aprendan los procedimientos químicos clasificados), 85,7 %. Con la promoción del quinto al séptimo semestre, los porcentajes obtenidos fueron: 3 (42,9 %), 7 (57,1 %), 9 (71,4 %), 20 (85,7 %), 22 (85,7 %),

24 (100 %) y 28 (71,4 %). Se deduce una formación en los conceptos relacionados con esta ciencia y, sin embargo, con la promoción no se manifiestan transformaciones considerables en tales conceptos.

Reparando en la categoría “Didáctica”, la distribución de los porcentajes más altos para las afirmaciones siguientes son: 10 (Para enseñar química es indispensable conocer su didáctica), 100 %; 17 (Para concebir la tabla periódica fue indispensable la ley de periodicidad) 100 %; 21 (Los químicos orgánicos estudian los compuestos derivados del carbono), 100 %, y 23 (Las investigaciones histórico-epistemológicas acerca de la química son base para fundamentar su enseñanza), 85,7 %. Han alcanzado una estimable formación inicial como profesores de química, no obstante, con el paso del quinto al séptimo semestre las transformaciones conceptuales experimentadas no son significativas.

En lo tocante a la categoría “Historia” y, continuando con destacar los mayores porcentajes en las afirmaciones, se observa para la 8 (Kekulé propuso la estructura anular para el benceno), un 71,4 %; la 15 (La transposición didáctica es un campo de investigación de la didáctica de las ciencias), 100 %; la 16 (La alquimia, la teoría del flogisto, la de la oxidación y la estructural son etapas históricas de la construcción de la química), 100 %, y la 30 (En química analítica se aprende a aplicar técnicas estandarizadas de análisis), 0 %. Con la promoción al séptimo semestre: 8 (100 %), 15 (100 %), 16 (50 %) y 30 (83,3 %). Se destaca la transformación conceptual referida a la afirmación 30. Han logrado una concepción tanto de la historia de la química como de la didáctica.

Prueba de composición

Estructura del texto: a) CD = Colección de definiciones. b) PEst. = Posee una estructura. c) NC = No tiene coherencia. Posición epistemológica: a) CP = Positivista. b) CNP = No positivista. c) NA = Ninguna de las anteriores.

Quinto semestre - 2011 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1502	X	X		X		
1513	X			X		

Séptimo semestre - 2012 I						
CÓDIGO	Estructura del texto			Posición epistemológica		
	CD	PEst.	NC	CP	CNP	NA
1502	X	X			X	
1513	X			X		

1514	X	X		X		
1516	X			X		X

1514	X	X		X		
1516	X		X			X

Tabla n. ° 45. Resultados prueba de composición, quinto semestre - 2011 I. Tabla n. ° 46. Resultados prueba de composición, séptimo semestre, 2012 I.

Nótese cómo en la promoción del quinto al séptimo semestre las composiciones elaboradas por estos profesores de química en formación inicial, después de un análisis, solo pueden ser clasificadas como un conjunto de definiciones relacionadas con respecto a las temáticas acerca de las cuales se les solicitaba una concepción. Tal afirmación no se modifica, aun cuando solo dos de ellas se admitan como poseedoras de una estructura (PEst.) explicativa. Predomina en el quinto semestre una aproximación positivista, en principio. Y, dados los resultados obtenidos, con la promoción al séptimo semestre, la información recolectada con los instrumentos aplicados no fue suficiente como para emitir un juicio sobre las transformaciones conceptuales elaboradas por estos profesores de química en formación inicial.

Comparaciones necesarias

Los criterios para la tabulación e interpretación de la información se precisaron en la sección 3.5. Para las dos promociones anteriores se señalaron convenciones para seleccionar profesores en formación, en aras de realizar estas comparaciones.

P. F. 1501		Quinto semestre - 2011 I					Séptimo semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	CNP	CP	CP	CNP	NA	CNP	PE	CP	CP	CNP	CP	CNP
Cuestionario n.º 2												
Pregunta n.º	1	3	4				1	3	4			
Concepción	CNP	CP	CNP				CP	CP	CNP			
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	NR	NR	CP	NR	NR	CP	NR	NR	NR	NR

Prueba tipo Likert											
Afirmaciones	1	4	10	18	23		1	4	10	18	23
Puntuación	2	4	2	1	1		4	5	1	2	2

Tabla n.º 47. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1501.

Resulta interesante que en el quinto semestre sobresalen concepciones sobre ciencia, profesor de química y didáctica de la química que son consideradas como no positivistas y perduran a lo largo de la promoción, variando solamente la concepción de ciencia cuyo tránsito es hacia la posición ecléctica. Destáquese, sin embargo, que en la prueba de composición persiste el problema con la elaboración sistemática de un discurso estructurado que adquiriera sentido, por lo que sobre la mayoría de los conceptos, en los dos momentos de esta promoción, el estudiante no elaboró la redacción solicitada.

Acerca de los campos de investigación en didáctica de las ciencias, inicialmente se reconoció una aproximación no positivista sobre dos de estos, aproximación que se mantuvo solamente para el campo correspondiente a la pregunta 4: relaciones entre historia, epistemología y didáctica de las ciencias. Dicha aproximación, como se puede apreciar, se corresponde con lo auscultado en la prueba tipo Likert, sobre la cual se interpreta que la transformación significativa se observa en este caso en la puntuación de la afirmación 1, que pasa del desacuerdo al acuerdo, lo cual da razón de un posible posicionamiento sobre la ciencia, la química y la didáctica de esta disciplina, distinto del positivista, como se ha anotado para las demás pruebas.

P. F. 1506		Quinto semestre - 2011 I					Séptimo semestre - 2012 I					
Cuestionario n.º 1												
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	CP	CP	CP	CP	CP	NR	CP	NR	NR	NR	NR
Cuestionario n.º 2												
Pregunta n.º	1	3	4					1	3	4		
Concepción	NA	NA	NA					NR	NR	NR		
Prueba de composición												
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17
Concepción	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Prueba tipo Likert											
Afirmaciones	1	4	10	18	23		1	4	10	18	23
Puntuación	3	4	1	3	4		4	5	2	3	4

Tabla n. ° 48. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1506.

Para el caso de este profesor en formación, en cuanto a los cuestionarios n.° 1 y 2 y la prueba de composición, predomina la concepción positivista sobre los conceptos a los que contestó porque, como se aprecia, varios de los ítems no fueron respondidos. En particular, sobre el Cuestionario n.° 2, cuando respondió, sus consideraciones se catalogan de inadmisibles. En suma, no hay transformaciones discursivas evidentes. En lo que a la prueba tipo Likert respecta, tampoco hay visos de transformaciones en las concepciones, en tanto que la puntuación se mantiene en el acuerdo sobre la afirmación 10 y en el desacuerdo sobre las afirmaciones 4 y 23; continúa sin saber qué responder a la afirmación 18 y registra variación únicamente en la afirmación 1, que pasa de no saber qué decir al desacuerdo.

P. F. 1513		Quinto semestre - 2011 I					Séptimo semestre - 2012 I						
Cuestionario n.º 1													
Pregunta n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17	
Concepción	PE	NA	NA	NA	CNP	CNP	NR	NA	CP	CP	NA	CP	
Cuestionario n.º 2													
Pregunta n.º	1	3	4				1	3	4				
Concepción	NA	NA	NA				NA	NA	NA				
Prueba de composición													
Término n.º	1	2	9	12	16	17	1	2	9	12	16	17	
Concepción	NR	NA	NR	NR	NR	NR	NR	NA	NR	NA	NR	NR	
Prueba tipo Likert													
Afirmaciones	1	4	10	18	23				1	4	10	18	23
Puntuación	4	4	2	3	1				1	2	2	2	4

Tabla n. ° 49. Comparaciones de las respuestas a las cuatro pruebas, P. F. 1513.

Si bien en el quinto semestre este profesor en formación registra concepciones calificadas de no positivistas sobre la relación entre historia, epistemología y didáctica de la química, de forma similar al caso anterior, tanto en los cuestionarios n.º 1 y 2 como en la prueba de composición, además de un reducido número de respuestas a los ítems, sus consideraciones se ponderan como inadmisibles. Al respecto, se destaca una carencia en su formación para estructurar un discurso relativo a los conceptos que tienen que ver con la química, la historia, la ciencia, la didáctica y su futuro ejercicio como profesional de la educación en ciencias, en general, y de la química en particular. Sobre la prueba tipo Likert, en las afirmaciones 1 y 4 pasó del desacuerdo al acuerdo; en la afirmación 23, del acuerdo al desacuerdo, y con la afirmación 18 ahora se encuentra en acuerdo.

Consideraciones para esta promoción

De este grupo de profesores de química en formación inicial se puede afirmar que han logrado una destacable formación en química, en historia y en didáctica, de hecho, ya se han encaminado en el ciclo de fundamentación; sin embargo, en la promoción del quinto al séptimo semestre puede colegirse que no se manifiesta una transformación conceptual considerable en las concepciones evaluadas, que parecen inscribirse en una aproximación positivista tanto de la química y la historia, como de la didáctica.

No obstante lo anterior, vale la pena señalar que, en este punto de la formación inicial, se evidencian diferentes posturas y opiniones que en esta investigación se han calificado de “no positivistas” o simplemente eclécticas, lo cual da cuenta de posibles rupturas en lo pedagógico, lo didáctico y lo epistemológico, que pueden ser condición de posibilidad para la transformación de estas en la fase final del proceso formativo.

Consideraciones finales

Una vez presentados los resultados y los análisis correspondientes para cada una de las promociones revisadas, es posible considerar que las transformaciones que evidencian los resultados no son globales, como habría de esperarse, sino parciales en lo relacionado con algunos conceptos químicos, los que tienen que ver con la didáctica de las ciencias en general, y de la química en particular. Llama la atención que en algunas respuestas y opciones iniciales (primer, tercer y quinto semestres de 2011) y finales (tercer, quinto y séptimo semestres de 2012) los profesores de química en formación inicial puntúen para al final no responder. Las razones de esto no pueden ser explicitadas a la luz de los resultados aquí comunicados, aun cuando una hipótesis que cabría contrastar sería la de una transformación conceptual que los hace entrar en duda. Otras respuestas u opciones referidas a las leyes ponderales, la ley de periodicidad y la relación enseñanza/aprendizaje, por ejemplo, dadas por algunos, suscitan la inquietud sobre la versión de química que se hace objeto de enseñanza en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Química en los diferentes ciclos y ambientes del proceso formativo en dicho programa.

No fue sorpresa encontrar que la mayoría terminó aproximándose, de una manera u otra, tanto a la concepción positivista de la ciencia, de la química y de su didáctica, como a la historia de estas disciplinas. De entrada hay que afirmar que esta aproximación podría haber sido intuitiva o ingenua, lo cual también da cuenta de las características de sus procesos educativos anteriores a la formación inicial que iniciaron en el proyecto curricular.

Por otro lado, las comparaciones de los resultados obtenidos con los instrumentos diseñados y aplicados, cruces entre dichos resultados, confirmaron su acierto y confiabilidad dentro de un amplio límite y con los márgenes de incertidumbre que todo instrumento conlleva. Así, los dos cuestionarios, la prueba tipo Likert y la prueba de composición, constituyen una clara alternativa para la recolección y análisis de la información, válida y confiable, proveniente de múltiples versiones sobre la química,

la didáctica, la historia y la epistemología de las ciencias experimentales, versiones estas que en lo que a la investigación aquí reportada atañe, hacen que el análisis de las transformaciones conceptuales sea de un alto grado de complejidad en las interpretaciones y análisis propuestos.

En suma, el problema de la transformación de las concepciones de los profesores en formación inicial del Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, transformación asumida desde la noción de categoría conceptual, no puede abordarse a partir de una mirada simplista, ya que se trata de un proceso que solamente puede ser interpretado desde una teoría de complejidad que haga hincapié en que este aprendizaje es una característica humana, en el que interactúan diferentes factores, como intereses, actitudes, proyectos de vida y el entorno cultural tanto externo como interno del ambiente universitario. En tal sentido, a partir del desarrollo de esta investigación han surgido diferentes recomendaciones curriculares, oportunidades de mejoramiento y propuestas, para ser discutidas con los actores involucrados en los procesos de construcción y renovación curricular del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Bibliografía

- Amador Rodríguez, R. Y., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2008). ¿Desde qué versiones epistemológicas construyen modelos mentales los profesores en formación inicial? Una investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 24, 8-22.
- Ascanio, A., Añez, E. y Pérez, M. E. (2001). *Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación del Instituto Pedagógico de Caracas*. En: Enseñanza de las ciencias. VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza en el siglo XX. Tomo 1. Barcelona.
- Assis, A. K. T. (1998). Newton e suas grandes obras: O Principia e Óptica. En: *Linguagens, leituras e ensino da ciência*; Almeida, M. J. P. M. y Da Silva, H. C (orgs.), pp. 12-37. Campinas: Mercado de Letras.
- Bachelard, G. (1976). *El materialismo racional*. Buenos Aires: Paidós.
- Bensaude-Vincent, B. y Stengers, I. (1997). *Historia de la química*. Madrid: Addison-Wesley.
- Benson, G. D. (1989). Epistemology and science curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 4, 329-344.
- Basalla, G. (1991). *La evolución de la tecnología*. Barcelona: Grijalbo.
- Bowler, P. J. y Morus, I. (2007). *Panorama general de la ciencia moderna*. Barcelona: Crítica.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teacher beliefs teachers' about of the nature o science and their relations ship to class room practice. *Journal of Teaching Education*, 41, 252-262.
- Briones, G. (1988). Métodos y técnicas avanzadas de investigación aplicadas a la educación *Programa Interdisciplinario de Investigación. Módulo 3*. Bogotá: Icfes-PIIG.
- Caldin, E. F. (2002). The structure of chemistry in relation to the philosophy of science. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 8(2), 103-121.
- Calman, I. (2004). *Cagliostro. El último de los alquimistas*. Barcelona: Ares y Mares.
- Camacho González, J. P., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2007). La ley periódica. Un análisis histórico, epistemológico y didáctico de algunos textos de enseñanza. *Educación Química*, 18(4), 278-288.

- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Clark, C. y Peterson, P. (1989). Teachers' thought processes. En: *Handbook of research on teaching*, Wittrock, M. C. (ed.). Nueva York: Mac Millan, 1986. Traducción al español: *La investigación de la enseñanza*. Barcelona: Paidós.
- Comte, A. (1984). *Curso de filosofía positiva (Lecciones 1 y 2)*. Barcelona: Orbis.
- Cuellar Fernández, L. H., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 43-52.
- De la Gandara, M., Gil, M. y Sanmartí, N. (2002). Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo “adaptación biológica” en los libros de textos de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.
- Duit, R., & Treagus, D. (1998). Learning science: from behaviourism towards social constructivism and beyond., Frase, B. J. y Tobin, K. G. (eds.), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Echeverría, J. (1998). *Filosofía de la ciencia*. Madrid: Akal.
- Entwistle, N., Koseki, B. & Pollist, A. (1987). Measuring styles of learning and motivation. *Eur. J. Psychol. Educ.*, 2(2), 183.
- Eslava, J. C. (2004). Tensiones y confluencias: Una mirada fugaz al triple legado de los estudios histórico-sociales sobre la ciencia. *Revista Colombiana de Sociología*, 23, 159-180.
- Estany, A. (2005). El papel de la historia de la ciencia en los estudios interdisciplinares de la ciencia. En: *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, S. F. Martínez y G. Guillaumin (comps.), pp. 291-303. México: UNAM.
- Fara, P. (2009). *Breve historia de la ciencia*. Madrid: Ariel.
- Furió Mas, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado. Dos décadas de Investigación. Resultados y tendencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 7-17.
- Gallego Arrufat, M. J. (1991). Investigación sobre el pensamiento del profesor. Aproximaciones al estudio de las teorías y creencias de los profesores. *Revista Española de Pedagogía*, 189, 287-325.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (1994). Representaciones y Conceptos Científicos. Un programa de Investigación. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional.

- Gallego Badillo, R. (1998). *Discurso constructivista sobre las tecnologías*. Bogotá: Magisterio.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2001). El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 401-414.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda y Gallego Torres. (2012). El Congreso de Karlsruhe. Los inicios de una comunidad científica. *Educación Química*, 23(extra 2), 280-288.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N. (1995). La química como ciencia: Una propuesta constructivista. *Química, Actualidad y Futuro*, 5(1), 55-63.
- Gallego Badillo, R., Gallego Torres, A. P., Figueroa Molina, R. E. y Pérez Miranda, R. (2010). *Historia social de la educación en ciencias en Colombia. La segunda mitad del siglo XX (Informe final de investigación)*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Distrital, Universidad del Atlántico, Colciencias.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Gallego Torres, A. P. (2010). La institucionalización de la actividad científica en Colombia. Estudio de un caso fallido. *Educación y Educadores*, 13(3), 361-376.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Gallego Torres, A. P. (2002). Didáctica constructivista: aportes y perspectivas. *Educación y Cultura*, 59, 14-21.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Gallego Torres, A. P. (2009). Una aproximación histórico-epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), art. 19.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Rincón Pabón, L. I. (2008). *La formación de profesores de ciencias en la Escuela Normal Superior de Colombia (Informe final de investigación)*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional-CIUP.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N. (2004). Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia: un estudio a partir de programas acreditados. *Ciência & Educação*, 10(2), 219-234.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N. (2007). Un orden histórico-didáctico para la química. Una experiencia investigativa en educación secundaria. *Educación Química*, 18(1), 56-64.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., Gallego Torres, A. P. y Torres de Gallego, L. N. (2006). El objeto de saber de los químicos. Formulación, modificación y abandono del modelo icónico inicial. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(3), 365-381.

- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., Torres de Gallego, L. N. y Amador Rodríguez, R. Y. (2004). *La formación de profesores de ciencias en Colombia. Contrastación de fundamentos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego Torres y Gallego Badillo, (2004). *La didáctica de las ciencias. Una disciplina conceptual y didácticamente fundamentada*. Bogotá: Magisterio.
- Gallego Torres, A. P. y Gallego Badillo, R. (2009). *El cambio climático. La catástrofe que nos acecha*. Bogotá: Comunicación visual, Taller creativo.
- Gallego Torres, A. P., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2009). El contexto histórico-epistemológico de la institucionalización de la química como ciencia. *Revista Eureka*, 6(2), 247-263.
- Gallego Torres, A. P., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2006). ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre los modelos científicos y la didáctica de la modelación. *Educación y Educadores*, 9(1), 1-13.
- Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 26-27.
- Gil Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 26-33.
- Gil Pérez, D. y Carrascosa Alís, J. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7(3), 231-253.
- Hernández, C. (2001). *Estado del arte de la investigación de la educación y pedagógica*. Vol. II. Bogotá: Colciencias-Socolpe.
- Herreño Chaves, J. I., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2010). Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir. *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 7(2), 527-543.
- Humphreys, P. (2007). Epistemología del siglo XXI. *Revista Antropos. Huellas del Conocimiento*, 214, 65-70.
- Ihde, A. J. (1984). *The development of modern chemistry*. Nueva York: Dover.
- Izquierdo, M. (2010). La transformación del átomo químico en una partícula física. ¿Se puede realizar el proceso inverso? En: *Historia y filosofía de la química*, Chamizo, J. A. (coord.), pp. 169-194. México: Siglo XXI.
- Izquierdo, M., (1984). La contribución de la teoría del flogisto a la estructuración actual de la ciencia química. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 67-74.

- Jenkins, K. (2006). *¿Por qué la historia?* México: Fondo de Cultura Económica.
- Jensen, W. B. (1998a). Logic, history and the chemistry textbooks I: Does chemistry have a logical structure? *Journal of Chemical Education*, 75(6), 679-687.
- Jensen, W. B. (1998b). Logic, history and the chemistry textbooks II. Can we unmuddle the chemistry textbook? *Journal of Chemical Education*, 75(7), 817-828.
- Jensen, W. B. (1998c). Logic, history and the chemistry textbooks III: One chemical revolution or tree? *Journal of Chemical Education*, 75(8), 961-969.
- Justi, R. S. (2002). Modeling, teacher's views on the nature of modeling, and implications for the education of modelers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Kragh, H. (2007). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica.
- Kreimer, P. (2009). *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Kuhn, T. S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Laidler, K. J. (1995). *The world of physical chemistry*. Oxford: Oxford University Press.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Landscheere, V. (1987). Competencias mínimas para la enseñanza secundaria. *Perspectiva*, 17(1).
- Lederman, N. G. (1992). Student' and teachers' conceptions of the nature of science. A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior? *Science Education*, 71(5), 721-734.
- Leff, E. (2000). Pensar la complejidad ambiental. En: *La complejidad ambiental*, Leff, E. (coord.), pp 7-53. México: Siglo XXI.
- Levy Leboyer, C. (1999). *La gestión des compétences*. París: Editions d'Organisation.
- Lind, G. 1982. The structure of interest in physic. *European Journal of Science Education*, 4(e), 275-283.
- Lobelock, J. (2007). *La venganza del planeta tierra*. Barcelona: Planeta.
- Lockemann, G. (1960). *Historia de la química*. México: UTEHA.
- Lombardi, O. (1998). La noción de modelo en ciencias. *Educación en Ciencias*, 2(4), 5-13.

- Lombardi, O. y Pérez, A. R. (2010). En defensa de la autonomía de la química frente a la física. Discusión de un problema filosófico. En: *Historia y filosofía de la química*, Chamizo, J. A. (coord.), pp. 195-209. México: Siglo XXI.
- Martínez-Chavanz, R., Cubillos, G., Poveda, F. M. y Villaveces, J. L. (1993). *Historia social de las ciencias en Colombia*. Tomo VI. *Física y química*. Bogotá: Colciencias.
- McCalman, I. (2004). *Cagliostro. El último de los alquimistas*. Barcelona: Ares y Mares.
- Mellado, V. y Carracedo, D. (1993). Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 331-339.
- Moreira, M. A. 1990. Pesquisa em ensino: O Ve epistemological de Gowin. São Paulo: Editorial Pedagógica Universitaria.
- Mumford, L. (2006). *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza.
- Novak, J. D. y Gowin, B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Paixao, N. y Cachapuz, A. (1992). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), 69-77.
- Pérez Miranda, R. Gallego Badillo, R. y Garay Garay, F. (2006). A construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de química. En: *Analogias, leituras e modelos no ensino das ciências: a sala de aula em estudo*, R. Nardi y M. J. P. M. Almeida (orgs.), pp. 141-159. São Paulo: Escritura de Libros.
- Pérez Miranda, R., Gallego Badillo, R., Torres de Gallego, L. N. y Cuellar Fernández, L. (2004). *Las competencias interpretar, argumentar y proponer en química. Un problema pedagógico y didáctico*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Pope, M. L. y Scott, E. M. (1997). La epistemología y la práctica de los profesores. En: *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Diada.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.
- Porlán, R. (1998): Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Raftcliffe, J. S. (1983). Notions of validity in qualitative research methodology. *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, 5(2), 147-167.
- Restivo, S. (1992). La ciencia moderna como problema social. *Fin de Siglo*, 3, 20-39.

- Sánchez Ron, J. M (2009). *El jardín de Newton. La ciencia a través de la historia*. Barcelona: Crítica.
- Reyes, L., Salcedo, L. y Perafán, A. (1999). *Acciones y creencias. Tesoro oculto del educador. Tomo I*. Bogotá: Arco.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Perales, F. J. y Cañal, P. (dirs.), pp. 239-266. Alcoy: Marfil.
- Scerri, E. R. (2011). Filosofía normativa y descriptiva de la ciencia y el papel de la química. En: *Filosofía de la química. Síntesis de una nueva disciplina*, D. Baird, E. Scerri y McIntyre (coords.), pp., 177-191. México: Fondo de Cultura Económica.
- Schibecchi, R. A. y Rileytt, J. P. (1986) Influence of students background and perception on science attitude and achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(3), 177-187.
- Schummer, J. (2011). La filosofía de la química. De la infancia a la madurez. En: *Filosofía de la química. Síntesis de una nueva disciplina*, D. Baird, E. Scerri y McIntyre (coords.), pp. 36-70. México: Fondo de Cultura Económica.
- Shapin, S. (2005). Disciplina y delimitación: la historia y la sociología de la ciencia, a la luz del debate externismo-internismo. En: *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, S. F. G. Martínez y G. Guillaumin (comps.), pp. 67-119. México: UNAM.
- Stengers, I. (1989). La afinidad ambigua: el sueño newtoniano de la química del siglo XVIII. En: *Historia de las ciencias*, M. Serres (ed.), pp. 317-361. Madrid: Cátedra.
- Tobin, K. y Espinet, M. (1989). Impediment to change: Application of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 105-120.
- Tobin, K. y McRobbie, C. (1997). Beliefs about the nature of science and the enacted science curriculum. *Science and Education*, 6, 355-371.
- Toulmin, S. (1977) *La comprensión humana. Vol. 1. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Vessuri, H. M. C. (1992). Perspectivas recientes en el estudio social de las ciencias. *Fin de Siglo*, 3, 40-52.
- Zahar, E. (1980). Experimentos cruciales. Estudio de un ejemplo. En *Progreso y racionalidad en la ciencia*, G. Radnitzky y G. Andersson (eds.), pp. 70-94. Madrid: Alianza.
- Zeidler, D. L. y Lederman, N. G., (1989). The effect of teachers' language on students' conception of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(9), 771-783.

Anexos

Cuestionario n.º 1 proyecto DQU-256-11.

Seguidamente encontrará un listado de conceptos. Se solicita que, según sus propias elaboraciones, redacte de cada uno de ellos lo que considere más adecuado como explicación. Si bien en la hoja de respuesta se solicita su nombre y semestre que cursa, para efectos de tabulación y análisis de resultados, su identidad permanecerá en estricta reserva.

Por favor no escriba en este documento.

1. Ciencia. 2. Química. 3. Átomo. 4. Molécula. 5. Mecánica cuántica. 6. Enlace químico. 7. Físicoquímica. 8. Química del carbono. 9. Tabla periódica. 10. Gases ideales. 11. Ley de periodicidad. 12. Profesor de química. 13. Leyes ponderales. 14. Química inorgánica. 15. Comunidad científica. 16. Historia de la química. 17. Didáctica de la química.

Cuestionario no. 2 proyecto DQU-256-11

Seguidamente encontrara un listado de campos de investigación en didáctica de las ciencias. Se solicita que presente de cada uno de ellos las elaboraciones que al respecto ha realizado. Si bien en la hoja de respuesta se solicita el nombre y semestre que cursa, para efectos de tabulación y análisis de resultados, su identidad permanecerá en estricta reserva.

Por favor no escriba en este documento.

1. Concepciones históricas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas de los

profesores de ciencias.

2. Las ideas previas de los estudiantes.
3. Las relaciones enseñanza-aprendizaje.
4. Las relaciones historia, epistemología y didáctica de las ciencias.
5. La confiabilidad en los textos de enseñanza.
6. El aprendizaje como repetición memorística, como significativo, como cambio conceptual, cambio conceptual y metodológico, como cambio conceptual, metodológico y actitudinal, como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico.
7. Educación en química, lo educativo de esta disciplina académica y la educabilidad que se persigue con su conversión en ciencia escolar.

Prueba de composición proyecto DQU-256-11.

Si bien en la hoja de respuesta se solicita su nombre y semestre que cursa, para efectos de tabulación y análisis de resultados, su identidad permanecerá en estricta reserva.

Por favor no escriba en el presente documento.

Se le solicita que con el siguiente listado de conceptos, elaborar una composición que los integre, desde la lógica de la relación entre ellos, que estime más adecuada:

1. Ciencia. 2. Química. 3. Átomo. 4. Molécula. 5. Mecánica cuántica. 6. Enlace químico. 7. Fisicoquímica. 8. Química del carbono. 9. Tabla periódica. 10. Gases ideales. 11. Ley de periodicidad. 12. Profesor de química. 13. Leyes ponderales. 14. Química inorgánica. 15. Comunidad científica. 16. Historia de la química. 17. Didáctica de la química.

Prueba tipo likert proyecto DQU-256-11

Si bien en la hoja de respuesta se solicita su nombre y semestre que cursa, para efectos de tabulación y análisis de resultados, su identidad permanecerá en estricta reserva.

Por favor no escriba en este documento.

A continuación se presentan unas afirmaciones. Lea cuidadosamente cada una de ellas. De conformidad con su criterio, selecciona una de las siguientes opciones y escribe el número de la opción seleccionada para cada afirmación en la hoja de respuestas, así:

1. Totalmente de acuerdo. 2. De acuerdo. 3. No sé qué decir. 4. En desacuerdo. 5. Totalmente en desacuerdo.

Afirmaciones

1. La química es una ciencia como la física.
2. Los químicos se ocupan de analizar y de sintetizar nuevas moléculas.
3. La energía libre de Gibbs define el equilibrio químico.
4. Los descubrimientos químicos fueron hechos por individuos geniales.
5. Para enseñar química basta con conocerla.
6. La fisicoquímica es el fundamento de dicha disciplina.
7. La ecuación de estado para el comportamiento ideal de los gases se obtiene integrando entre límites la siguiente expresión matemática:
$$dV = (\partial V / \partial P) dP + (\partial V / \partial T) dT, \text{ a } n \text{ constante.}$$
8. Kekulé propuso la estructura anular para el benceno.
9. La temperatura mide la cantidad de calor que contiene un sistema.
10. Para enseñar química es indispensable conocer su didáctica.
11. Emil Fischer y Julius Tafel sintetizaron por primera vez azúcares naturales.
12. Los gases se comportan idealmente cuando la presión aplicada tiende a cero.
13. Los bioquímicos se ocupan de investigar las reacciones que ocurren en las células.
14. En el modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno los electrones saltan de un nivel de energía inferior a otro superior, al adsorber cierta cantidad de energía.
15. La transposición didáctica es un campo de investigación de la didáctica de las ciencias.

16. La alquimia, la teoría del flogisto, la de la oxidación y la estructural son etapas históricas de la construcción de la química.
17. Para concebir la tabla periódica fue indispensable la ley de periodicidad.
18. Los didactas de la química investigan las relaciones enseñanza-aprendizaje.
19. Las denominadas leyes ponderales pueden expresarse en términos de ecuaciones diferenciales.
20. La química es una acumulación lineal de descubrimientos.
21. Los químicos orgánicos estudian los compuestos derivados del carbono.
22. La cinética química permite postular los mecanismos a través de los cuales transcurre cada reacción.
23. Las investigaciones histórico-epistemológicas acerca de la química son base para fundamentar su enseñanza.
24. Los modelos del orbital molecular y del enlace de valencia explican energéticamente cómo se unen los átomos para formar moléculas.
25. La formación de profesores de química, ha de estar orientada a la elaboración de modelos acerca del aprendizaje de esta disciplina académica.
26. El modelo del enlace covalente de coordinación explica la formación de los compuestos inorgánicos complejos.
27. La química ha sido construida por colectivos de especialistas.
28. Se es profesor de química en la medida en que los formadores de formadores se ocupan de que se aprendan los procedimientos químicos clasificados.
29. Las leyes ponderales son solo reglas operacionales para trabajar en el laboratorio.
30. En química analítica se aprende a aplicar técnicas estandarizadas de análisis.

Índice temático

C

ciencia escolar, 41, 49, 51

concepción positivista, 82, 84, 85, 86, 88, 89, 95, 106, 107, 108, 112, 124, 127

concepciones de ciencia, 12, 16, 19

concepciones de los estudiantes, 20

concepciones de los profesores, 10, 20, 21, 57, 68, 95, 113, 128

conocimiento científico, 10, 20, 21, 22, 24, 34, 44, 48

D

didáctica de las ciencias, 10, 11, 13, 14, 17, 21, 24, 37, 43, 44, 49, 51, 53, 58, 59, 61, 67, 69, 70, 76, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 95, 96, 97, 106, 109, 113, 114, 121, 123, 127

E

estatuto científico de la química, 17, 30

estructuras conceptuales, 10, 11, 24, 25, 47, 52

F

fisicalismo, 30, 32, 38

H

historia de la química, 27, 36, 83, 85, 86, 88, 89, 106, 107, 108, 121

L

teoría del flogisto, 76, 81, 115, 121

M

mecánica cuántica, 22, 30, 32, 33, 65, 66, 90

modelo atómico, 27, 28, 30, 32

modelo científico, 17, 23, 24, 45, 101

P

paradigma, 13, 22, 23, 28, 29, 39, 44, 47

planes de estudio, 35, 51, 52, 53

profesionales de la educación, 69, 73, 78

profesionales químicos. 34, 37, 51, 60

profesores en formación, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 40, 41, 44, 48, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 68, 72, 77, 79, 80, 92, 95, 97, 99, 101, 102, 103, 109, 113, 122, 128

programa (s) de investigación, 11, 23, 26, 29, 33

programas de formación, 15, 31, 39, 41, 45, 48, 49, 50, 53, 56, 62

Q

química como ciencia, 32, 33, 34, 59, 60, 101

química estructural, 28, 29, 30, 31, 34

R

relaciones enseñanza-aprendizaje, 13, 84, 85, 87, 89, 94, 113

revolución científica, 22, 27, 29, 32, 51, 57

T

tecnología (s), 14, 15, 25, 31, 32, 34, 38, 49, 52, 56, 57, 116

transformación conceptual, 51, 66, 73, 74, 76, 77, 84, 100, 101, 120, 121, 125, 127

transposición didáctica, 41, 43, 76, 81, 121

V

versión de ciencia, 13, 18, 37, 38, 55

Índice onomástico

A

A. Avogadro., 28, 30

A. Butlerov., 28

A. Comte., 21, 32

A. Einstein., 22, 28

A. Laurent., 28

A.L. Lavoisier., 26, 27, 42

B

Bensaude-Vincent., 25, 26, 27,
33, 34, 35, 38, 40, 42, 60

Bowler., 18, 22, 27, 28, 32, 49, 51

C

C. Gerhardt., 28

C.H. Wichelhaus., 28

C.W. Scheele., 25, 27

Caldin., 23, 24

Camacho González., 18, 36

Carrascosa., 48

Chevallard., 35, 41, 43

D

D. Mendeléyev., 29

Darwin., 27

De la Gándara., 43

E

E. Frankland., 28

Echeverría., 24

Entwistle., 49

Eslava., 36, 51

Estany., 23

F

F. Stromeyer., 28

F. Wöhler., 33

Fara., 25, 26

G

G. Bachelard., 30, 32

G. Basalla., 57

G.E. Stahl., 25, 26

Galileo., 26, 27

Gallego Arrufat., 17

Gallego Badillo., 17, 18, 24, 29, 32, 36, 37, 43, 44, 47, 50, 51, 52, 53

Gallego Torres., 18, 24, 29, 32, 37, 43, 52, 53

Gene., 49

Gil Pérez., 41, 48

Gowin., 46

H

H. Cavendish., 25, 26

Herreño Chaves., 18, 36

Hewson., 48

I

I. Lakatos., 23, 24, 29

Izquierdo., 26, 31, 32

J

J. B. Richter., 27

J. Black., 26, 101

J. Dalton., 27, 28, 30, 32

J. E. Lennard-Jones., 30

J. E. van't Hoff ., 29, 33

J. Mayow., 26

J. von Liebig., 28, 29, 33, 34

J.B Dumas., 28

J.J. Becher., 25

J.J. Berzelius., 27, 28

J.L. Proust., 27, 28

Jenkins., 36

Justi., 45

K

K. Popper., 22, 29, 38, 44

Koseki., 49

Kragh., 36

Kreimer., 31, 35, 38, 40, 53, 56

L

L. Pauling., 30, 32

Laidler., 24, 30

Landscheere., 53

Lederman., 17, 20, 49

Leff., 52

Levy Leboyer., 53

Lind., 49

Lobelock., 52

Lockemann., 27, 33, 38

Lombardi., 24, 25, 32

M

Martinez- Chavanz., 35

Matthews., 60

McCalman., 25

Morus., 18, 22, 27, 28, 32, 49, 51

Mumford., 43, 44, 47, 53

N

N. Bohr., 22, 32, 76, 80, 115

Newton., 21, 22, 26, 30

Novak., 46

P

P.S. Laplace., 21

Pérez Miranda., 17, 18, 24, 29, 32,
36, 37, 45, 53

Piaget., 48

Pollist., 49

Porlán., 21, 39, 59

Posner., 48

Priestley., 25, 27

R

R. Boyle., 25, 26

R. Descartes., 21

R. Hooke., 26

Raftcliffe., 58

Restivo., 18, 34

S

S. Arrhenius., 29

S. Cannizzaro., 28

S. Toulmin., 19, 57

Sánchez., 18, 28

Sanmartí., 36, 43

Scerri., 30, 31, 32

Schrödinger ., 22

Schummer., 31

Shapin., 45

Stengers., 22, 23, 25, 33, 34, 35, 36,
38, 40, 42, 60

T

T.S. Kuhn., 22, 23, 29, 38, 44, 48, 51

Torres de Gallego., 17, 18, 29, 32

V

Vessuri., 18, 25, 34, 52

W

W. B. Jensen., 30, 32

W. H. Heitler., 30

W. Heisenberg., 22

W. Ostwald., 29, 33

Z

Zahar., 24, 37

Zeidler., 20, 49

Impreso en el mes de diciembre de 2013
en los talleres de Javegraf

Bogotá, 2013. Colombia.

ISBN: 978-958-8650-67-8



En este libro se presentan tanto los fundamentos conceptuales y metodológicos como los resultados de la investigación “Evolución de las concepciones en profesores de química en formación inicial”, desarrollada durante los años 2011 y 2012 por el grupo de Investigación Interinstitucional Representaciones y Conceptos Científicos (IREC), con el apoyo y financiación del Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP).

Se acude a las categorías epistemológica, didáctica y pedagógica, de transformación de las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas de los profesores en formación inicial matriculados en el proyecto curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Las pruebas diseñadas se aplicaron a los profesores en formación de primero, tercero y quinto semestres de 2011, y a los de tercero, quinto y séptimo semestres, de 2012, al inicio de cada uno de estos años. Durante este tiempo y a lo largo de los respectivos currículos se estudió el problema de la transformación de las estructuras señaladas. En la perspectiva de síntesis, se seleccionaron algunos conceptos considerados centrales que permitieron emitir un juicio admisible acerca de la transformación discursiva experimentada por cada uno de los profesores en formación inicial, formulando así algunas recomendaciones y oportunidades de mejoramiento de dicho proyecto curricular.