

Aportes de las controversias científicas y la resolución de problemas a la construcción del conocimiento del concepto enlace químico para docentes en formación

Paula N. Ramírez C.; Karen Sarmiento Martínez**, Luis E. Peña P.****



Resumen

A continuación se presentan resultados parciales del uso de la controversia científica y la resolución de problemas en el diseño y la aplicación de una unidad didáctica acerca del concepto de enlace químico, como parte de un proyecto de investigación realizado en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. En este artículo se desarrollan aspectos tales como: razones por las cuales se emplean la Resolución de Problemas y la Controversia Científica como metodología de la enseñanza para docentes en formación, y la historia de la ciencia como eje transversal de ambas metodologías, se muestran los resultados de las fases del proyecto realizadas y las perspectivas frente a las fases del mismo que aún están por desarrollar.

Palabras clave. Controversia científica, resolución de problemas, formación de docentes, unidad didáctica.

Recibido: agosto 30 de 2012

Aceptado: octubre 15 de 2012

* Licenciada en Química de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

** Licenciada en Química de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

*** Licenciado en Química de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.

Abstract

In this article are presented partial results of the use of the scientific controversy and resolution of problems in the design and implementation of a teaching unit about the concept of chemical bonding, as part of a research project conducted in the Undergraduate Curriculum Project in Chemistry Faculty of Science and Education of the University Francisco José de Caldas. In this paper we develop aspects such as: why are used Problem Solving and Scientific Controversy as teaching methodology for teachers in training, and the history of science as a central focus of both methodologies, we show results project phases and prospects of the remaining phases that are still developing.

Keywords: Scientific controversy, problem solving, teacher training,

Los estudiantes reconstruyen y construyen significados, las evaluaciones se traducen en oportunidades y la enseñanza se asume como un proceso dinámico donde no se busca acumular información.

teaching unit. Introducción

El presente trabajo de investigación titulado: *“Diseño y Aplicación de una Unidad Didáctica basada en la Resolución de Problemas y Controversias Científicas acerca del concepto de Enlace Químico”*, desarrollado en el espacio académico de Química Inorgánica, constituye un aporte al campo de la formación docente al combatir a través de su implementación una visión de educación superior reducida a lo instrumental, en la que el docente es preparado como técnico/operador y no como un agente de cambio capaz de identificar y solucionar los problemas que surjan en el ámbito educativo.



Esta propuesta también constituye como una apuesta por una formación docente integral, donde el saber disciplinar y el saber pedagógico se consoliden y asocien de forma tal que los contenidos y métodos se presenten como parte de un mismo proceso de enseñanza-aprendizaje, creando conciencia y reconocimiento de que solo a partir de este tipo de formación se lograra una verdadera innovación educativa.

Abordar el tema del enlace químico desde el paradigma constructivista a través de la resolución de problemas y la controversia científica, permitirá hacer un ejercicio de construcción colectiva del conocimiento en tanto estas dos metodologías albergan en sí la posibilidad de socializar las temáticas que se tocan desde un ámbito crítico, lo cual garantiza la realización de un proceso de reflexión frente a lo que se aprende y cómo se aprende. Por esta razón, uno de los aspectos más importantes dentro de esta investigación es llegar a que cada estudiante alcance la metacognición, pasando por el pensamiento crítico y la autorregulación.

Marco teórico

Resolución de problemas

Dentro de este enfoque, señala Gallego (R., 2003): los estudiantes reconstruyen y construyen significados, las evaluaciones se traducen en oportunidades y la enseñanza se asume como un proceso dinámico donde no se busca acumular información. Dado el auge contemporáneo del constructivismo, la resolución de problemas, como línea de investigación, genera importantes aportes a la didáctica con los cuales se evidencian claramente los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sobre el significado de problema existen múltiples definiciones, por ejemplo, la de García y Mora (1998, p. 15): “situación que presenta dificultades para las cuales no hay soluciones evidentes...” o “un desafío, una situación no resuelta cuya respuesta no es inmediata, que resulta en reflexión y uso de estrategias conceptuales procedimentales” (Cabral da Costa, Moreira, 1995) (Colombo De Cudmani, 1998, p. 78). También se pueden encontrar definiciones centradas en el problema como trabajo de investigación, según Grau (1994, p. 29): “En todo trabajo de investigación se plantea un problema que debe resolverse a través de la planificación y desarrollo de un método experimental con el objetivo de obtener una respuesta“. Así la resolución de un problema constituye un trabajo de investigación y justifica la introducción de trabajos experimentales y de conocimiento procedimental en

la resolución de problemas, conduciendo también a pensar que un problema que involucra una serie de ecuaciones matemáticas no involucra el rigor de una investigación, sin embargo esta situación puede constituir un problema para el estudiante y la tendencia de la resolución de problemas es precisamente convertir este tipo de ejercicios lógico matemáticos en problemas verdaderos que impliquen un reto para el estudiante, más allá del simple despeje de una ecuación. Debido a estas diferentes variaciones en cuanto a lo que puede ser o no un problema con rigor de investigación, se han planteado varias clasificaciones por ejemplo, La de Garrett, 1998 (Martinez, 1999), que distingue entre ejercicios-puzzles que implican reconocimiento, reproducción y problemas verdaderos, lo cual involucra todo un proceso de construcción. (Caballer y Oñorbe 1997 (Martinez, 1999). Con el fin de esclarecer la identidad de los problemas se han señalado características propias de los ejercicios que no se constituyen en problemas y las dificultades encontradas a la hora de formular problemas, estas enunciadas por Mora y García (1998), son principalmente la idea preconcebida de la existencia de fórmulas o números para la resolución de cualquier problema, la deficiencia al establecer relaciones entre la realidad y los problemas planteados, entre otras.

Así pues, la resolución de problemas constituye una línea de investigación importante para la didáctica, puesto que ha permitido realizar reflexiones profundas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje y sobre la manera en que los problemas permiten acercar el contexto al conocimiento científico, su aplicación e importancia. La resolución de problemas también se constituye como una herramienta que permite detectar las dificultades que los estudiantes presentan ante las situaciones problemáticas, por lo que la información que arroja se ubica no solo dentro de la parte conceptual sino también procedimental y actitudinal.



Controversia científica

La controversia científica, al ser tan compleja como el mismo proceso de construcción de ciencia presenta diversas definiciones, Dascal (Valverdú, 2005) la ha definido y clasificado a partir de lo dialógico denominado por él como “criterio dialógico”. Tal definición parte de la idea según la cual, una controversia es algo que sólo es posible a través de la interacción entre diversos individuos, durante la cual se genera un corpus textual que se critica y autocita. Si no se produce una actividad dialógica, no existe la polémica, que es la unidad básica de análisis, a la que Dascal divide en discusiones, disputas y controversias. Definiendo las discusiones como polémicas centradas en problemas o tópicos bien delimitados, la polémica finalizaría cuando, con el avance, los participantes noten que la raíz del problema tiene relación con la existencia de un error conceptual o procedimental de la disciplina. Las disputas las considera como las polémicas que parten de una divergencia definida, causada por subjetividades como actitudes, preferencias o sentimientos particulares que a medida que avanza la discusión se conducirán a otras polémicas. Finalmente, considera la controversia como el punto intermedio entre la discusión y disputa que inicia con la existencia de un problema y se desarrolla con la aparición de divergencias, finalizando con la clausura de la controversia que se dará como una resolución.

Ante las limitaciones de las concepciones de Dascal sobre la controversia científica, otros autores como McMullin plantean que: “existe una controversia científica únicamente en el caso en que partes substanciales de la comunidad científica atribuye el mérito a ambos lados del desacuerdo público” (Valverdú, 2005). Por lo que el respaldo de la comunidad científica implicaría una trascendencia de la controversia y una referencia a un suceso histórico. McMullin realiza una tipificación de la controversia así: de hechos, de teoría, de principios y mezcladas. Las primeras tratan de la regularidad de los resultados de

“En todo trabajo de investigación se plantea un problema que debe resolverse a través de la planificación y desarrollo de un método experimental con el objetivo de obtener una respuesta”.

experimentación en laboratorio. Las segundas se ocupan de cuestiones netamente teóricas. Las terceras revisten mayor complejidad por tratar de principios metodológicos y ontológicos de la actividad investigativa. Las últimas implican ámbitos sociales diferentes.

La frecuencia de las controversias científicas es alta porque ha existido un interés especial en el estudio de estas y de su clausura. Estos estudios iniciaron entre los años 1978 y 1982 dentro del programa Hastings Project desarrollado por Estados Unidos, donde participaron más de 30 especialistas en el tema y cuyo resultado fue la publicación del libro *Scientific Controversies* de Engelhardt y Caplan, en 1986 (Valverdú, 2005). Existen cuatro posiciones sobre las controversias científico-técnicas: El *enfoque positivista*, al que pertenecen autores como Engelhardt o Caplan, que diferencian los factores sociales de los científicos en sus estudios. El *enfoque de política de grupos*, al que corresponden Dickson y Nelkin, cuya posición es concentrar las actividades de la controversia en diversos grupos, identificado con un proceso de deliberación social dentro de una democracia liberal. El *enfoque constructivista*, sociología del conocimiento científico, en el que se identifican autores como Bloor, Barnes, Pinch, Pickering, Mulkay o Collins, quienes establecen que no hay separación entre ciencia y sociedad, donde la determinación de los contenidos epistemológicos es un constructo social multifactorial. Y por último *el enfoque socioestructural*, en el que se ubican Enzensberger, Crenson, Corea y Spallone y Steinberg,

que involucren conceptos como Estado, clase social o patriarcado como base para el análisis de la sociedad y sus estructuras. Mediante la controversia científica y propiamente desde el enfoque constructivista, es posible situar a los y las estudiantes en contextos científicos que le sean cotidianos, rompiendo el paradigma de la distancia entre ciencia y sociedad, ciencia y política, ciencia y ambiente, pues la ciencia va de la mano con todo aquello que concierna a la raza humana. No obstante, el interés principal de estas líneas está en poder analizar cómo se emplea la controversia como herramienta de enseñanza dentro del sistema aula y como dicha herramienta puede llegar a modificar el proceso de enseñanza-aprendizaje, haciendo de este una experiencia significativa para estudiantes y profesores.

La aplicación de la controversia científica en el proceso de enseñanza aprendizaje se

basa en sus características, he involucraré a estudiantes que tengan un conocimiento científico, lo cual implica que los estudiantes al defender una posición desde su conocimiento, desarrollen diferentes competencias como: la argumentación, la crítica, el discurso oral y escrito. La heterogeneidad dentro de los y las estudiantes participantes reflejará las relaciones entre ciencia y sociedad e involucraré un discernimiento y desarrollo de valores. Con el uso de la controversia en temas científicos se han desarrollado unidades didácticas interesantes cuya conclusión sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje se puede resumir con la frase de Bernard Shaw: "Si tú tienes una manzana y yo tengo una manzana e intercambiamos manzanas, entonces tanto tú como yo seguimos teniendo una manzana, pero si tú tienes una idea y yo tengo una idea e intercambiamos ideas, entonces ambos tenemos dos ideas." (Cid, 2009)

Metodología de la investigación

De modo general, el trabajo de investigación tiene cuatro etapas, la primera denominada **Planeación** corresponde al estudio del contenido conceptual, procedimental y actitudinal del curso de química inorgánica, en donde se plantea la construcción teórica de: concepciones alternativas, unidades didácticas relacionadas con el concepto de enlace químico, evolución histórica del concepto, el diseño de instrumentos de concepciones

alternativas, construcción de la unidad didáctica, la validación del instrumento y las actividades de la unidad didáctica.

La segunda, llamada **Trabajo de campo**, se refiere a la interacción directa con los y las estudiantes y la negociación de su papel como parte fundamental en esta investigación, siendo de tipo, acción participativa que implica el dominio de herramientas y conceptos relacionados con las metodologías de aprendizaje como son: la resolución de problemas y la controversia científica, desarrollo de la aplicación de la unidad didáctica y la recolección de información mediante diversos instrumentos aplicados en diferentes momentos del proceso.

La tercera etapa nombrada como **Análisis**, está constituida por el análisis de la información recogida y los resultados obtenidos, de esta etapa también hace parte la confrontación entre los resultados esperados y los resultados obtenidos.



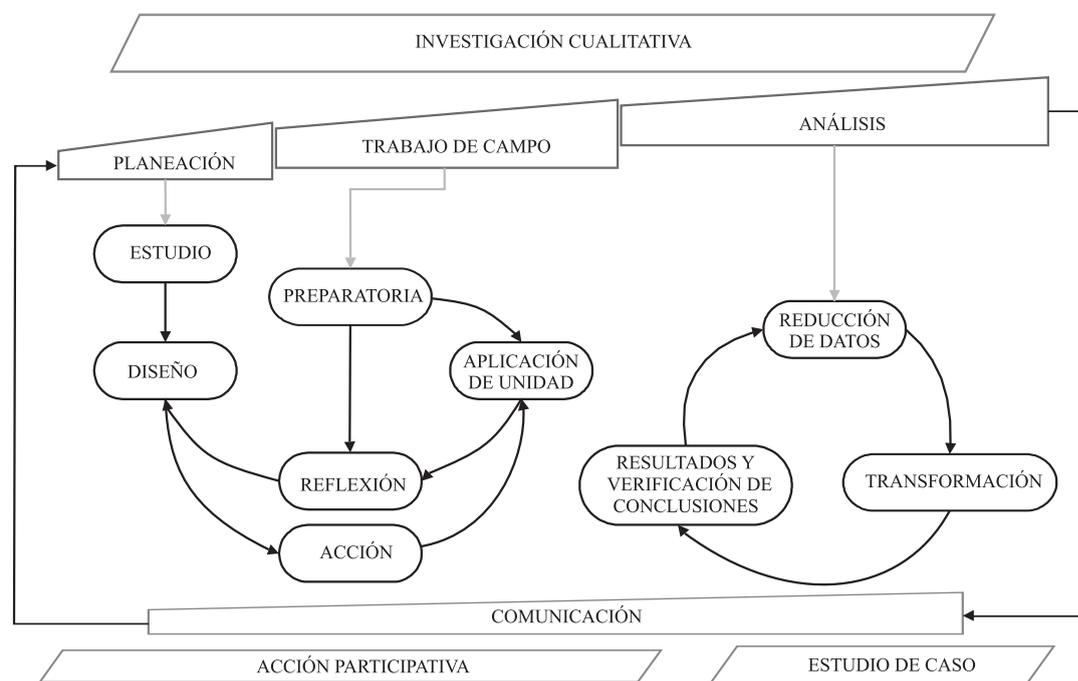


Figura 1. Organigrama de la ejecución del trabajo de investigación

Finalmente, la cuarta etapa nombrada como etapa **Informativa**, en la cual se da a conocer el trabajo de investigación, haciendo énfasis en los resultados, los que nos permitirán evidenciar el proceso de construcción del

conocimiento en torno al concepto de enlace químico, así como la importancia de la implementación de estrategias de enseñanza aprendizaje enmarcadas en el constructivismo como parte de la formación docente.

Resultados y su análisis

Etapa 1

Dentro de la primera etapa del presente trabajo de investigación, se realizó una consulta profunda acerca del contenido del espacio académico de química inorgánica I para identificar la relevancia del concepto de enlace químico y las relaciones entre éste y los demás conceptos contenidos en el syllabus del curso. En cuanto a las concepciones alternativas, se encontró que existen diversas concepciones que por comodidad algunos autores han clasificado como generales o concepciones alternativas de un tipo de enlace específico, así García y Garritz (2006), señalan como principales concepciones alternativas la idea de que Átomos de diferentes elementos se unen

solamente mediante enlaces iónicos, el enlace iónico es más fuerte que el covalente y los átomos que se unen para formar una molécula permanecen sin modificar en absoluto su estructura interna. Otra de las ideas más frecuentes es la de los electrones compartidos y la estabilidad de octetos como referencia para explicar el enlace químico.

En lo que tiene que ver con unidades didácticas respecto al tema de enlace químico, la mayoría de estas se han diseñado y aplicado en el nivel de bachillerato donde se realiza trabajo experimental sobre las propiedades de las sustancias y la confrontación de las ideas de los y las estudiantes que se discuten grupalmente, actividades como crucigramas

siguiendo referentes históricos y otras enfocadas principalmente a la parte actitudinal hacia el tema, es importante señalar que casi todas se aplican a los primeros años de bachillerato además de ello, todas tienen en cuenta las concepciones alternativas mediante instrumentos de aplicación.

A continuación se diseñó el instrumento de concepciones alternativas, estructurado en tres (3) categorías, cada una de 5 ítems que agrupan 3 temáticas que abarcan los conceptos relacionados con enlace químico éstas son: 1) Los elementos y su clasificación, 2) las propiedades periódicas y las sustancias inorgánicas y 3) teorías de enlace; además de ello, en cada categoría y en todo el instrumento en general, se evalúan los componentes actitudinal, procedimental y conceptual. Los ítems presentan diferentes tipos de preguntas, siendo la mayoría de opción múltiple donde las respuestas posibles permiten una identificación del conocimiento del estudiante desde el enfoque epistemológico (Pozo, 1998) en tres estados:

Conocimiento ingenuo, caracterizado por la definición concreta de los fenómenos o la descripción realizada a partir de la observación de los mismos.

Conocimiento interpretativo, donde se concibe la realidad con unas propiedades que han sido establecidas y se pueden conocer por medio de la ciencia y la técnica.

Conocimiento modelo o constructivista, caracterizado por la construcción de modelos alternativos aprobados por la comunidad científica que permiten interpretar la realidad.

Se realizó una prueba piloto el día 13 de mayo de 2011 con una población de 19 estudiantes, en esta, se identificaron ítems en los que fue frecuente la presencia del nivel ingenuo, específicamente en preguntas que relacionaban las características de los cristales con su geometría, las reacciones de óxido reducción y la identificación del comportamiento de ácido y base de Lewis. El análisis posterior de la prueba piloto y las observaciones tomadas en el diario de campo de la aplicación de dicho instrumento, permitieron elucidar en cuáles de estos ítems las preguntas fueron confusas, de allí se logró identificar que la primera dificultad partía de la formulación de la pregunta o la información que se suministraba en el enunciado. Así mismo, se identificó que la segunda dificultad estaba relacionada con el conocimiento que los y las estudiantes tenían acerca de conceptos puntuales, todos estos correspondientes a los ítems de la última categoría, por ejemplo: tipos de enlace químico, que por su mayor dificultad se encontraban en el nivel ingenuo. Basados en los resultados se realizaron cambios a estas preguntas según la inherencia con el curso. El instrumento de concepciones alternativas definitivo presenta la descripción especificada en la tabla No 1.

Tabla 1. descripción del instrumento de concepciones alternativas

Categorías	Nº ítems	Componentes	Nº ítems por componente	% componente por categoría	% Por categoría
1. Los elementos y su clasificación	5	Conceptual	3	60	33.333
		Procedimental	1	20	
		Actitudinal	1	20	
2. Las propiedades periódicas y las sustancias inorgánicas	5	Conceptual	3	60	33.333
		Procedimental	1	20	
		Actitudinal	1	20	
3. Teorías de enlace	5	Conceptual	3	60	33.333
		Procedimental	1	20	
		Actitudinal	1	20	

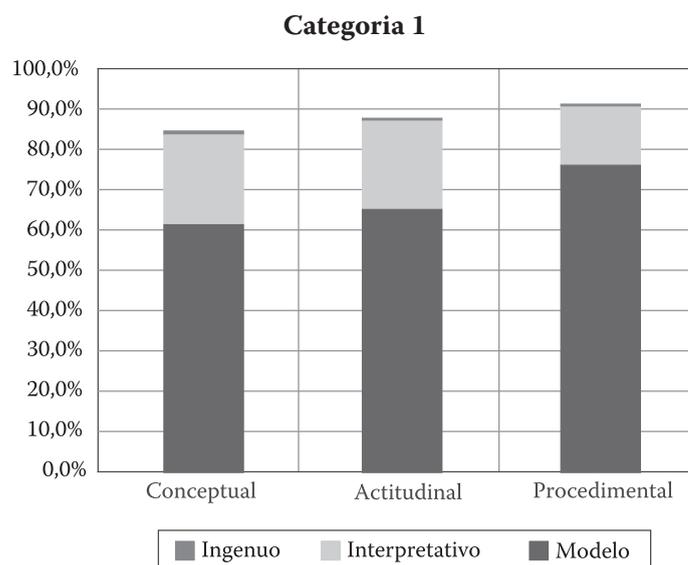
Etapa 2

La primera aplicación del instrumento de concepciones alternativas se realizó el día 16 de septiembre de 2012 con un grupo de 18 estudiantes correspondientes al curso de química inorgánica I, donde se encontró un dominio del nivel modelo en la categoría uno principalmente en el componente procedimental, seguido del actitudinal y el conceptual como se muestra en la gráfica 1.

En la categoría número 2, aparece el nivel ingenuo en los componentes procedimental y conceptual siendo mayor el porcentaje en el procedimental con un valor 18,51%, por lo que se hizo necesario revisar esta pregunta, correspondiente al concepto de ácido y base de Lewis. Se deduce que el nivel ingenuo en el ítem 9, corresponde a que en esta pregunta se relaciona directamente la teoría y el proceso de experimentación, que se presenta al estudiante como un problema para resolver, lo que ocurre al responder la pregunta 9, es que en las respuestas obtenidas se indican materiales de laboratorio que les permitan determinar pH, pero no caracterizan aquellos que identifican específicamente sustancias ácidas y básicas, Por lo que se percibe dificultad para aplicar de forma conjunta la teoría con la práctica experimental.

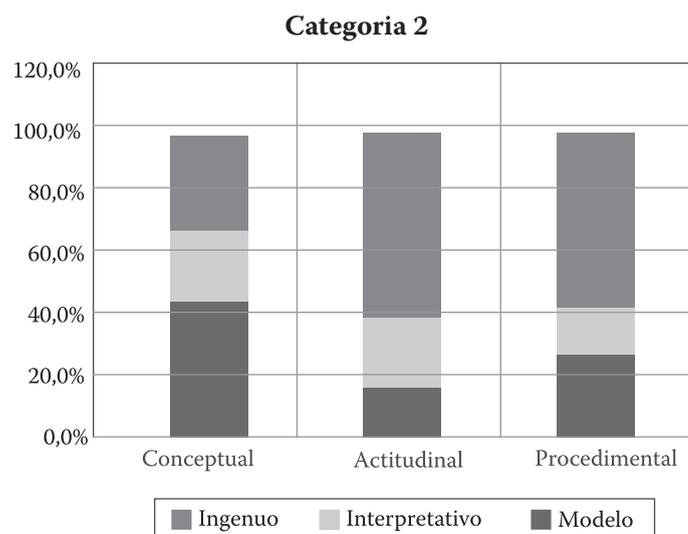
En la categoría 3 se observa la mayor presencia del nivel ingenuo de todas las categorías, allí sigue siendo dominante este nivel en el componente procedimental, el componente conceptual también presenta un nivel ingenuo, el cual se puede explicar por tratarse de la categoría de mayor complejidad que abarca un tema aun no abordado en clase, de tal manera que el resultado más inquietante corresponde al componente procedimental donde el ítem involucra el análisis de una gráfica.

Continuando con la etapa de trabajo de campo se procede a indicar a los estudiantes lo que se ha denominado la ruta de la unidad didáctica, donde de forma explícita se socializa los objetivos del proyecto, las actividades a realizar y los más importante, su papel en el desarrollo



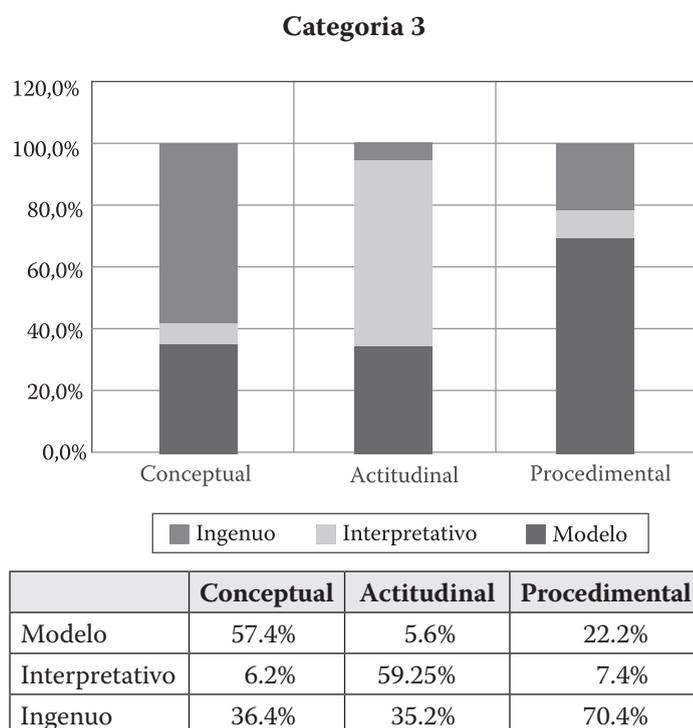
	Conceptual	Actitudinal	Procedimental
Modelo	62,9%	66,6%	77,7%
Interpretativo	22,2%	22,2%	14,8%
Ingenuo	0,6%	0,0%	0,0%

Gráfica 1. Resultados categoría 1 instrumento de concepciones alternativas aplicación 1



	Conceptual	Actitudinal	Procedimental
Modelo	45,6%	16,6%	27,7%
Interpretativo	22,2%	22,2%	14,8%
Ingenuo	31,9%	61,2%	57,5%

Gráfica 2. Resultados categoría 2 instrumento de concepciones alternativas aplicación 1.



Gráfica 3. Resultados categoría 2 instrumento de concepciones alternativas aplicación 1.

de la unidad, también se abordan los conceptos de resolución de problemas, controversia científica, y meta-cognición. Esta parte introductoria corresponde al bloque 1 de la unidad didáctica, siendo el bloque 2 la resolución de problemas del tema enlace iónico y covalente.

En el bloque dos de la unidad didáctica se planteo un problema sobre enlace iónico y otro sobre enlace covalente, previamente se realizó una lectura sobre el tema y se disponía del material necesario para la resolución del problema. Como resultado de la aplicación del problema de enlace iónico, se obtuvo que la mayoría de estudiantes realizaron análisis interesantes en cuanto al enlace iónico a pesar de no llegar a la respuesta correcta, lo que los condujo a reflexionar sobre el posible error en el procedimiento, concluyendo que, la equivocación recayó en la lectura rápida y no reflexiva de la pregunta central. En la socialización de la respuesta al problema los y las estudiantes se apropiaron del tablero y representaron de

todas las formas existentes y aprobadas por la comunidad científica el enlace iónico, al finalizar la sesión todo el grupo discutió la pertinencia de las respuestas y precisó los conceptos involucrados aclarando las dudas existentes. Dentro del diseño de la unidad se tenía programada para este bloque una sesión de 3 horas donde se abordaría el problema de enlace iónico y covalente, no obstante la aplicación demostró que este tiempo es insuficiente ya que el problema de enlace iónico tomó aproximadamente 2 horas.

La aplicación de la unidad llegó hasta este punto por suspensión de las clases debido al paro nacional de educación superior indefinido a causa de las reformas a la ley 30. Al retomar el semestre se considero que no era pertinente continuar con la aplicación pues no se contaba con una continuidad en el proceso, disposición por parte de los y las docentes en formación, ni el tiempo suficiente.

El proceso se retomó en el semestre I del 2012, donde se incorporó la parte preparatoria antes de la aplicación de la unidad, debido a que parte de las dificultades observadas en la primera aplicación estaban ligadas al hecho de que no se construyó una relación de confianza entre todas las personas participantes en el proceso, sean docentes en formación, docente titular y quienes ejecutamos el proyecto, ni se logró la disposición esperada por parte de los y las docentes en formación, pues de alguna manera los y las estudiantes notaron un cambio drástico en las dinámicas de clase, demostrando así que a lo largo de la construcción del conocimiento hay valores agregados que facilitan los procesos de enseñanza-aprendizaje, como lo son las buenas relaciones interpersonales y sobre todo que como proceso es necesario construir una relación, unas normas y dinámicas de clase paso a paso. De otro lado, se evidenció que uno de los factores de incidencia en los resultados fue el manejo del tiempo, pues el desarrollo de cada actividad llevó en promedio el doble del tiempo que se había proyectado para dicha acción, lo que no nos permitió avanzar según la programación inicial, hecho

que se vio reflejado en el replanteamiento de la temporalidad para la segunda aplicación.

En lo que respecta a la segunda aplicación, en la etapa preparatoria se generó una transición desde la metodología habitual del curso a la resolución de problemas y la controversia científica, así, inicialmente se realizaron sesiones donde los y las docentes en formación participaban en la construcción de conceptos fundamentales para el curso. En estas sesiones se observó una participación limitada y una débil apropiación de argumentos, por lo que se implementó el uso de herramientas como el mapa conceptual como parte de la apropiación conceptual; en cuanto a la aplicación de conceptos se inició con los típicos ejercicios de aplicación presentados por los libros de texto (problemas de lápiz y papel cerrados) para proseguir con problemas de lápiz y papel abiertos sencillos que introducen a los y las docentes en formación en la conceptualización de los verdaderos problemas y los tipos de problemas han permitido que los y las estudiantes cambien sus hábitos de estudio e identifiquen las metodologías empleadas, de modo que, se pudo comprobar la efectividad de los mapas conceptuales como herramienta para la construcción del conocimiento, y que si bien, la Resolución de Problemas no es la única metodología útil para llevar un óptimo proceso de construcción del conocimiento, si contribuye a que este proceso ocurra, con la variante de que no solo se construye conocimientos, sino que también se modifican concepciones que estaban fijas de tiempo atrás.

Otro aspecto relevante de la parte preparatoria fue la retroalimentación, pues al comunicar los resultados de sus trabajos no solo de forma cuantitativa sino cualitativa, les permitió ser conscientes de sus errores fortaleciendo la autorregulación en el proceso, también manifestaron que esta es una práctica poco habitual, pues normalmente el docente les devuelve sus trabajos con una nota cuantitativa señalando con una x los errores pero no argumenta esa señalización de errores, ni plantea preguntas que puedan llevar al estudiante a una reflexión.

A lo largo de este proceso ha sido posible comprender la necesidad de ir paso a paso en la construcción del conocimiento, dando tiempo a los y las docentes en formación para que logren hacer parte de sus prácticas cotidianas los ejercicios auto-reflexivos y auto-evaluativos que les permitan entender cuál es su papel dentro del proceso, una vez esto ocurre se está muy cerca de alcanzar la meta-cognición, uno de los objetivos clave del presente proyecto. Además de ello, ha sido posible lograr integridad entre la parte disciplinar y profesional al permitir que los estudiantes se apropien de metodologías como la resolución de problemas.

Finalmente, por los antecedentes mencionados y la forma en que es posible hablar de controversias científicas como parte importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la expectativa frente a la aplicación de la unidad didáctica del proyecto es alta en términos positivos, pues a partir de una sólida construcción de conocimiento mediante el uso de mapas conceptuales y la resolución de problemas no solo se espera que cada quien identifique el carácter dinámico de la ciencia, sino que también se desea que por medio de esta metodología que cada docente en formación encuentre los argumentos necesarios para construir un discurso sólido acerca de las distintas teorías de enlace y la validez de algunas sobre otras en la actualidad, basándose en la variación y las pruebas que han tenido cada una de ellas a lo largo de su historia.



Conclusiones

Con el trabajo en curso se pudieron detectar dificultades en la construcción del concepto de enlace químico, que están directamente ligadas a las barreras impuestas por el modelo de enseñanza tradicional que se emplea en el espacio académico de Química Inorgánica I.

La aplicación del instrumento de concepciones alternativas permitió identificar varios desaciertos conceptuales presentes en los y las docentes en formación, sin embargo la presencia del nivel ingenuo es dominante en el componente procedimental.

Un factor muy importante en la fase de trabajo de campo ha sido la aceptación y disposición de los y las docentes en formación del espacio académico de Química Inorgánica I, así como el hecho de construir paso a paso el proceso e incorporar las metodologías de resolución de problemas y controversia científica de forma gradual.

Se ha evidenciado la efectividad de los mapas conceptuales y los problemas de lápiz y papel como mecanismos para la construcción de conocimiento sobre conceptos relacionados con enlace químico.

Bibliografía

Cid, C. E. (2009). La controversia de los agrocombustibles, una propuesta didáctica para las ciencias para el mundo contemporáneo. *Eureka, enseñanza y divulgación científica*, 132-141.

Colombo De Cudmani, L. (1998). La resolución de problemas en el aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol 20, 75-85.

Gallego, R. P. (2003). *El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas*. Bogotá.: Universidad Pedagógica Nacional.

García Alejandra, G. R. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Revista enseñanza de las ciencias*, 111-124.

García, A. M. (1998). La resolución de problemas: una línea prioritaria de investigación en la enseñanza de las ciencias. *Revista educativa Voluntad*, 14-19.

Grau S, R. (1994). ¿Que es lo que hace difícil una investigación?. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 27-36.

Martínez, C. G. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 211-225.

Valverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *CTS No 5, Vol 2*, 20-50.