

## UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS ESTRUCTURANTES DE DISCONTINUIDAD DE LA MATERIA Y UNIÓN QUÍMICA DESDE LA EPISTEMOLOGÍA Y LA HISTORIA DE LA CIENCIA CONTEMPORÁNEAS

Carlos Javier Mosquera Suárez<sup>1</sup>, Leidy Gabriela Ariza Ariza<sup>2</sup>,  
Andrea Reyes Guío<sup>3</sup> y Carlos Hernández Rodríguez<sup>3</sup>  
Grupo DIDAQUIM  
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia)

Recibido: 4 de abril de 2008

Arbitrado y aceptado: 25 de abril de 2008

### Resumen

La propuesta didáctica está orientada hacia la enseñanza de la relación existente entre la estructura atómica y las propiedades macroscópicas que presenta la materia en los estados sólido, líquido y gaseoso, desde los conceptos estructurantes de naturaleza corpuscular de la materia y enlace químico. Su construcción es producto de un análisis teórico de antecedentes referidos a diversos aspectos como: historia de la química, epistemología, modelo pedagógico constructivista, modelo didáctico de resolución de problemas, psicología cognitiva y relaciones CTS; se materializa en una unidad didáctica conformada por siete actividades en las que se incluye el análisis de las ideas previas de los estudiantes, cinco actividades de enseñanza-aprendizaje y una actividad final en la que se evalúa el alcance de competencias a lo largo de la aplicación de la propuesta.

**Palabras Clave:** *Historia de la ciencia, enseñanza y aprendizaje de la ciencia, resolución de problemas.*

## A DIDACTIC PROPOSAL FOR TEACHING OF DISCONTINUITY OF MATTER STRUCTURAL CONCEPTS AND CHEMICAL BOND FROM THE CONTEMPORARIES EPISTEMOLOGY AND HISTORY OF SCIENCE

### Abstract

The didactic proposal is oriented towards the educational problems about the relationship between atomic structure and macroscopic properties that shows matter in the solid, liquid and gas states, from the structural concepts of Corpuscular nature of the matter and chemical bond. Its construction is product of a theoretical analysis of antecedents referred to diverse aspects such as: history of chemistry, epistemology, constructivism, problem solving didactic model, cognitive psychology and relationships STS, it is presented in a didactic unit made up of seven activities, including the previous knowledge analysis of the students, five teaching-learning activities and a final activity in which the reach of skills is evaluated along the application of the proposal.

**Keywords:** *Structural concept, history of science, science education and learning, problem solving.*

<sup>1</sup> Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales (DEA). Profesor investigador Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Investigador principal. E-mail: [cmosquera@udistrital.edu.co](mailto:cmosquera@udistrital.edu.co)

<sup>2</sup> Candidata a Magíster en Docencia de la Química. Coinvestigadora. E-mail: [leidygabriela@yahoo.es](mailto:leidygabriela@yahoo.es)

<sup>3</sup> Docentes en formación inicial de Licenciatura en Química UDFJC. E-mail: [anmaregu@gmail.com](mailto:anmaregu@gmail.com); [grafikarlos@gmail.com](mailto:grafikarlos@gmail.com)

## Introducción

Elaborar una unidad didáctica para la enseñanza de la química, basada en el modelo de resolución de problemas, no es una idea del todo innovadora en el amplio sentido que la palabra merece. Si bien es cierto, la actividad de creación de unidades didácticas cuenta con un creciente número de referencias, tanto sobre experiencias didácticas como de evaluación y de principios por los cuales se rige la planificación de las mismas. Esto demuestra el desarrollo de la didáctica como una disciplina con rigurosidad teórica y metodológica, considerándose como el desarrollo evolutivo de un conjunto de reglas implícitas que tiene la comunidad académica para hacer público sus saberes (Aduriz & Izquierdo, 2002), erigiéndose esta sobre los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Gil, 2000).

Con respecto a lo anterior, actualmente hay manifestaciones de un interés marcado por indagar las relaciones controvertidas entre conocimiento científico, conocimiento cotidiano y conocimiento escolar, integrados por el profesor a través de estrategias de enseñanza, las cuales buscan facilitar la adquisición constructiva del conocimiento científico escolar, al tiempo que desarrollar habilidades y destrezas de pensamiento y acción, junto con el desarrollo de la dimensión humana de las personas como seres sociales para configurar la noción de lo público en la cultura. Hacia esta finalidad está la propuesta de unidad didáctica trabajada con los conceptos estructurantes discontinuidad de la materia y unión química.

El hecho de construir la unidad didáctica titulada “¿Que hay en común entre un sólido, un líquido y un gas?” tiene en fundamento la necesidad de articular ciertos conceptos estructurantes de la química, tales como naturaleza corpuscular de la materia y unión química desde un enfoque histórico y epistemológico, de tal manera que se encuentre en correlación con el currículo de ciencias propuesto para los niveles 10 y 11 del sistema educativo colombiano (especificado en los estándares de competencias del MEN), pretendiendo hacer del proceso de enseñanza – aprendizaje de la química, no solo en el campo conceptual, sino también en lo que se refiere a lo procedimental y a lo actitudinal, un proceso dirigido hacia el desarrollo de competencias tales como las “*competencias científicas escolares*”

Esta propuesta didáctica esta fundamentada en principios que busquen cumplir con las demandas

exigidas por la dinámica de la sociedad, por la metodología de la investigación en didáctica de las ciencias y además proveer una nueva alternativa para la evolución de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias iniciada por Novak (1988) en la mitad de la década de los 80, lo cual significa un avance importante en la evolución de la investigación en didáctica, al mismo tiempo que se acojan a las nuevas perspectivas de investigación en ciencias (naturales o sociales), con el fin de promover el desarrollo de una u otra disciplina. En otras palabras, lo que se quiere afirmar con respecto a la fundamentación de una propuesta, es que contribuya al desarrollo de la didáctica de las ciencias al abrir las puertas a nuevos campos de discusión acerca de los modelos didácticos y que se remitan a los problemas actuales de la investigación en la enseñanza y aprendizaje de la química.

En el marco de la epistemología de las ciencias hay sin lugar a dudas un amplio número de propuestas para explicar los cambios que sufre el desarrollo científico en función del tiempo y de las teorías que intentan dar explicación a los fenómenos naturales y/o sociales objetos de la observación de los investigadores. Es por tanto que la historia junto con el estudio mismo de las ciencias, se convierten en elementos importantes en la investigación didáctica y en la formulación de nuevas teorías de carácter epistemológico. Aquí se enmarca la importancia que se otorga a la historia de las ciencias para ofrecer validez a los modelos explicativos de la evolución científica.

El trabajo realizado se fundamentó en el diseño y realización de unidades didácticas bajo el referente conceptual-epistemológico del modelo dinámica científica propuesto por Anna Estany (1990) y la epistemología de carácter social que fundamenta Gerard Fourez (1994), bajo una temática específica de ciencias abordada en los estándares de educación básica y media. Con ello se pretende lograr una mejora en el aprendizaje de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de los estudiantes, mediante el acercamiento de la historia de la ciencia al trabajo en el aula.

Desde estos principios; teniendo en cuenta la caracterización de actitudes en los estudiantes y la conceptualización de los contenidos, se propone la creación de una unidad didáctica que permita el desarrollo de los conceptos estructurantes de unión química, naturaleza corpuscular de la materia y noción de vacío desde una perspectiva histórica, proporcionada por la articulación de las miradas

epistemológicas citadas anteriormente, junto con los aportes de las investigaciones en el campo de la naturaleza corpuscular de la materia y la unión química.

*¿Qué bases didácticas y cognitivas son necesarias para validar la propuesta de enseñanza y aprendizaje de las ciencias?*

En las clases tradicionales de ciencias, los estudiantes son capaces de resolver situaciones problema que se plantean a partir de la aplicación de una ecuación indicada, pero el aprendizaje es básicamente memorístico y aleatorio, difícil de trasponer a otras situaciones que impliquen un tipo de análisis distinto o que no contengan las variables determinadas para aplicar el algoritmo; esto genera frustración y apatía en el estudiante para intentar resolver un nuevo cuestionamiento.

A diferencia de esto, el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel, Novak & Hanessian (1976), se centra en conocer y modificar la estructura cognitiva del estudiante, “anclando” nuevos conceptos que le permitan representar la realidad categórica y esquemáticamente simplificada, relacionando, reorganizando y asimilando nuevos significados que le permitan manipular y comprender su realidad. La resolución de problemas contribuye a que el estudiante construya esas bases, trabajando los problemas de química como problemas abiertos, susceptibles de ser abordados a través de diferentes estrategias, guiadas por sus propias hipótesis, objetivos e intereses, todo justificado desde un marco teórico fundamentado y coherente. Esta metodología incrementa la motivación por las clases de ciencias, ya que son los estudiantes los que construyen su propio conocimiento e incluso pueden llegar a la solución de problemas que ellos mismos plantean (que sería lo esperado); el desarrollo de este tipo de actividades, le otorgan al estudiante confianza y la posibilidad de desarrollar diferentes tipos de competencias que le permitan enfrentarse a futuros problemas que no necesariamente deben pertenecer a la misma disciplina.

Consecuente con lo anterior, uno de los objetivos de la unidad didáctica es la interiorización significativa de los conceptos estructurantes en el discurso escolar del estudiantado. Para la orientación de este trabajo es necesario dejar claro la diferenciación entre lo que se entiende por concepto (denominado “concepto ausubeliano”) y por otra parte los

conceptos didácticos (concepto didáctico o concepto estructurante simplemente).

El concepto estructurante en términos psicológicos, puede verse como un concepto inclusivo en el que se abarcan varias ideas preconcebidas en la mente del estudiante; para el Grupo Didaquim el concepto estructurante consiste en todos los atributos de criterio relacionados a eventos, objetos, fenómenos y situaciones que tienen en común encontrarse juntos para dar forma a la estructura cognitiva de los estudiantes por medio de su misma enseñanza. Con esto se asume que el concepto estructurante tiene una naturaleza independiente de los conceptos ausubelianos y que, de acuerdo con su misma existencia y sus características; el problema de su enseñanza-aprendizaje se hace diferente que el de la enseñanza de los conceptos ausubelianos.

De esta manera se acepta que la noción de concepto didáctico<sup>4</sup> (como “naturaleza corpuscular de la materia”, “el cambio químico”, la “cuantificación de relaciones en química”, el “equilibrio químico”), en la mayoría de los casos y particularmente en la enseñanza de la química se presentan en forma de proposiciones, aunque también se distinguen algunos conceptos muy inclusivos que, al parecer es posible encontrar con alto grado de jerarquía en la estructura cognoscitiva de los alumnos, al cabo de su aprendizaje; tal es el caso de conceptos de corte ausubeliano como entropía, energía, varianza, célula, entre otros, en diferentes campos de la ciencia escolar.

Con la adquisición del concepto didáctico se admite que los individuos no otorgan el mismo significado genérico a los términos de su lenguaje, ya que estos organizan su discurso de tal manera que, al mitigar la influencia de los elementos idiosincrásicos sobre los significados, estos son organizados por el sentido de las relaciones entre ellos mismos; así el orden de jerarquía entre las relaciones y conceptos está dado por la existencia del concepto didáctico (estructurante) adquirido en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia. ¿Cómo integrar la historia de la química en la propuesta didáctica?

El papel de la historia es muy importante en diferentes campos de la actividad científica, en didáctica de las ciencias, el papel de la historia es relevante como lo afirma Quintanilla (2005) donde se “*Promueve una mejor comprensión de los conceptos y métodos científicos; los enfoques históricos conectan el desarrollo del pensamiento*

<sup>4</sup> En la literatura didáctica denominados estructurantes

*individual con el desarrollo de las ideas científicas; la historia de la ciencia se hace necesaria para comprender la naturaleza de la ciencia, su objeto y su método de estudio; la historia de la ciencia cuestiona el cientificismo y dogmatismo que es común de encontrar en nuestras clases y nuestros textos de ciencia*”, es así que la historia no debe ser solamente un bloque temático en los currículos de ciencias, una acumulación de hechos “importantes” al inicio de los cursos de ciencias, como capítulo introductorio; más bien debe ser manejada desde una perspectiva constructivista en la que, si bien, no sea tenida en cuenta en la totalidad del transcurso de las actividades escolares, tenga buena importancia como elemento didáctico.

Al plantear la necesidad de introducir la historia de la ciencia en los procesos de enseñanza aprendizaje, con el fin de generar actitudes positivas en los estudiantes hacia la ciencia; para propiciar cambios frente a la visión que tienen de cómo los científicos resuelven sus problemas<sup>5</sup>, surge el siguiente interrogante: ¿Cómo organizar y estructurar los cambios más importantes dentro de un campo de conocimiento relacionado con determinado concepto estructurante, que han marcado la historia de la ciencia y su evolución, para construir una unidad didáctica?

Para dar respuesta a este cuestionamiento, se utiliza como herramienta principal, el Modelo de Dinámica Científica propuesto por Anna Estany. El modelo no pretende analizar los cambios experimentados por las teorías científicas, por el contrario se enfoca hacia el estudio de un fenómeno más complejo: la evolución de las ciencias.

El enfoque de esta propuesta radica en evidenciar problemáticas debidas a la presencia de actitudes negativas en los estudiantes de secundaria hacia el aprendizaje de la ciencia (Ariza y Currea, 2004). A causa de los métodos tradicionales de enseñanza, se observan dificultades en la construcción significativa de conceptos en química como los relacionados a las interacciones que hacen parte del modelo corpuscular de la materia (fuerzas <intra> e <intermoleculares> como ejemplo en lo conceptual), la metodología y las actividades propias del trabajo en ciencias (la observación, toma de datos u organización de la información como ejemplo en lo procedimental) y las actitudes con las que se enfrentan los estudiantes a las actividades de la propuesta (motivación, la rigurosidad el

planteamiento de propuestas verificables como ejemplo en lo actitudinal). Es por esta razón que surge la necesidad de diseñar una unidad didáctica que afronte estas dificultades, y que posibilite estructurar una visión de ciencia de acuerdo a principios epistemológicos actuales. Abordar la temática de la unidad didáctica a proponer implica contextualizarnos entorno a dos conceptos estructurantes, la unión química y la naturaleza corpuscular de la materia, planeando las actividades con base en el modelo de resolución de problemas, teniendo en cuenta referentes históricos, epistemológicos, didácticos y pedagógicos, de tal forma que se desarrolle en los estudiantes una visión dinámica de la construcción de ciencia<sup>6</sup>, que además evidencie las interacciones entre los elementos sobre los cuales se teoriza, los instrumentos que se utilizan para tal objetivo, los fenómenos y problemas sobre los que se investiga (campo de aplicación) y los principios metodológicos que se utilizan para su desarrollo. La perspectiva de este estudio esta avocada hacia la generación de cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante la aplicación de una unidad didáctica desde el modelo de resolución de problemas que desarrolle los conceptos de Unión Química y Naturaleza Corpuscular de la materia, integrando la epistemología y la historia de la ciencia en los estudiantes, así como de comprobar, mediante la aplicación de la unidad didáctica, que haciendo de la enseñanza de la química un proceso histórico, se pueden generar cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes frente a la construcción de ciencia y de igual manera fomentar el desarrollo de competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes hacia la resolución de problemas en química, desde un modelo de enseñanza aprendizaje guiada por un hilo histórico soportado en la epistemología y centrada en los conceptos estructurantes de naturaleza corpuscular de la materia y unión química, sin dejar a un lado las competencias científicas que se pueden desarrollar en los estudiantes.

### **Metodología**

El proyecto se enmarca en una metodología de corte interpretativo-descriptivo, longitudinal en el tiempo, lo cual indica que el tratamiento de la muestra se ejecuta desde un tiempo inicial  $t_1$  hasta un tiempo

<sup>5</sup> Problemas cuyo origen está delimitado por la época, una sociedad y unos elementos culturales.

<sup>6</sup> Asumiendo de forma implícita que la construcción de ciencia se explica desde diferentes aspectos conceptuales, actitudinales, procedimentales y sociales.

final  $t_2$ ; tomando información a lo largo del proceso de enseñanza por medio de los instrumentos propuestos en la unidad; por lo tanto se construye un diseño metodológico coherente, teniéndose en cuenta los siguientes supuestos:

1. La posibilidad de generar en los estudiantes una visión dinámica de la construcción y evolución del conocimiento científico que tenga en cuenta las interacciones en las ciencias, si su enseñanza es llevada a cabo mediante unidades didácticas desarrolladas en el marco de la epistemología y la historia de las ciencias.

2. Mediante la aplicación de las actividades de enseñanza dentro de la unidad didáctica propuesta, los estudiantes experimentarán cambios en el campo conceptual, procedimental y actitudinal frente a la visión de ciencia y especialmente, con respecto a los conceptos estructurantes de Unión Química y Naturaleza Corpuscular de la Materia.

3. Al finalizar la aplicación de la unidad didáctica, los estudiantes serán capaces de resolver problemas cotidianos y científicos escolares utilizando como referente teórico los conceptos estructurantes de naturaleza corpuscular de la materia y unión química

Se trabajó con 28 estudiantes, con rango de edades entre los 15 y 18 años, entre hombres y mujeres de educación secundaria<sup>7</sup>, en el contexto académico del área de química. A lo largo de la aplicación de las actividades, la población permaneció constante, sin afectar los resultados obtenidos para el final de las actividades.

El diseño de la actividad 0 “de concepciones alternativas” está encaminado a proveer inicialmente situaciones contextualizadas en el entorno cotidiano de los alumnos, donde la exploración busca encontrar la diferenciación que hacen los estudiantes entre el nivel macroscópico de la materia y el nivel microscópico, sin implicar de momento la influencia que tiene este modelo sobre cómo se unen las partículas para formar enlaces químicos tras una reacción, ya que será desarrollado posteriormente por la unidad.

Las ideas previas de los estudiantes son analizadas en los siguientes ambientes: conceptual, (a partir de los pictogramas que proponen para indicar conceptos básicos como vacío, molécula, enlace, átomo, reacción). Procedimental (formulación de preguntas, formulación de hipótesis y registro de observaciones) y actitudinal (hacia la ciencia, hacia

el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de conocimiento científico). Todo ello con el propósito de identificar en qué estado se encuentran y para decidir qué estrategias llevar a cabo en la siguiente aplicación de las actividades.

De esta misma manera se hace un seguimiento de los cambios cognitivos que se van llevando a cabo a lo largo de las actividades uno a seis, el seguimiento se hace de la siguiente manera: en lo conceptual; se analiza la intervención de los estudiantes en mapas conceptuales prediseñados en la propuesta y los construidos por ellos mismos, donde se analiza niveles de jerarquía de conceptos, proposiciones formadas, conexiones cruzadas y ejemplos (NOVAK, J & GOWIN, D, 1988).

En lo procedimental se indaga sobre la forma en que los estudiantes resuelven problemas de lápiz y papel abiertos y problemas transformados; y en lo actitudinal a través de los diarios de campo y de pequeñas tareas incluidas en las actividades que dan cuenta de este tipo de aspectos en los alumnos.

Para analizar los cambios en las ideas de los estudiantes en la actividad final, ésta se presenta en términos de los saberes procedimentales conceptuales y actitudinales, y de las competencias alcanzadas desde el test de ideas previas hasta finalizar la unidad didáctica.

Se exhibe una variación en el análisis de los saberes actitudinales, pues se identifican con el uso de escalas Likert en los últimos 5 ítems de la actividad. Durante el desarrollo de las actividades desde la primera hasta la sexta, se abarcan los contenidos de enseñanza propuestos por la trama conceptual (conformada por los anexos 1 & 2) creada a partir de los estándares de competencias, dispuestos en el esquema histórico y conceptual. Las actividades se presentan siguiendo el orden dado por la trama conceptual en lo que se refiere a la componente histórica (una red de preguntas cuya resolución es objeto de estudio en cada una de las actividades y un mapa histórico en el que están contenidos los conceptos jerárquicamente incluidos en las actividades): inicialmente se estudia el estado gaseoso, seguido por el estado líquido y finalmente el estado sólido; todo dirigido por un hilo conductor preestablecido en las unidades básicas exhibidas por la historia, que comprenden desde el atomismo griego hasta los modelos atómicos pre-cuánticos.

## Conclusiones

<sup>7</sup> Colegio de carácter privado en la ciudad de Bogotá

En términos generales, antes de la unidad los estudiantes se encuentran con fuertes obstáculos conceptuales para determinar la naturaleza discontinua de la materia; sus ideas en la mayoría de las situaciones son contradictorias oscilando entre aspectos corpusculares y continuos.

Asumen conceptos como átomo, ión o molécula. Sobre la transformación química se muestran interpretaciones simbólicas y en algunos casos, académicas; lo que nos lleva a creer que al transponer estas ideas al mundo real, veríamos dificultades para admitir la situación de la reacción química, o la existencia de vacío entre partículas. Un aspecto a considerar es el de los criterios propuestos. Tan solo en uno de los casos, un grupo presenta el uso de más de un criterio para referirse a la aceptación de una teoría por encima de otra; esto da cuenta del pensamiento unidimensional con el que cuentan los estudiantes. Por tanto se asume que, con la introducción del modelo epistemológico de Anna Estany, cabe la posibilidad de reestructurar las ideas de los estudiantes sobre los aspectos metodológicos.

En cuanto a la estructura puramente conceptual; estamos de acuerdo con los investigadores (Pozo et al 1991, Pozo 1999; Benarroch 2000 y de Posada 1999) en que los conceptos de química son aprendidos por los estudiantes por recepción y memorísticamente, esto se aprecia con mayor claridad en los resultados obtenidos donde los estudiantes manifiestan en sus respuestas, la relación con los modelos tradicionales (las gráficas especialmente) que aparecen en los libros de texto; apoyando esta noción, se tiene que en el esquema conceptual presentado en la actividad de concepciones previas, todos relacionan causalmente los conceptos electrón, protón y electrón subordinados al núcleo atómico. Con esto se evidencia que, la integración de estos conceptos a la estructura cognitiva, no resulta del todo fructífera para su discurso científico escolar. Sino como elemento memorístico para dirigirse al profesor.

Sobre los criterios actitudinales al inicio de la unidad didáctica, los resultados no son sorprendidos, si tenemos en cuenta la trayectoria tradicional con la que han sido educados hasta el momento de la propuesta de unidad didáctica. Los estudiantes presentan ideas de la naturaleza de la ciencia; la construcción de la ciencia, el aprendizaje de la ciencia y la imagen de científico no históricas y descontextualizadas del entorno social. Se puso en evidencia que en cinco de los catorce casos observados, hay una correlación en las ideas de la

construcción de ciencia por medio de investigación para satisfacer fines cognitivos del investigador; siendo este último criterio (fines cognitivos), el más utilizado por los estudiantes (diez de los catorce casos en la actividad 0 de ideas previas). A través de un análisis más detenido es posible llegar a determinar que nuestros estudiantes se encuentran inicialmente en el tercer nivel explicativo; los niveles explicativos son un elemento heurístico propuesto por Alicia Benarroch (2000) para explicar en términos generales la estructura cognoscitiva de los estudiantes a través de sus respuestas, estos se clasifican en 5 categorías, las cuales dan cuenta del grado de pertinencia que usan los estudiantes para resolver situaciones en las que entra en juego la naturaleza discreta de la materia con algunas excepciones que dan cuenta del nivel II y IV.

Según Benarroch (2000), dichos niveles son:

Nivel I: los alumnos conciben la materia como continua y estática, además no ven la necesidad de explicación a los cambios tanto físicos como químicos de la materia

Nivel II: las sustancias se conciben como “embudidos de partículas” (estas partículas son vistas desde una perspectiva microscópica también, como en el nivel I); además que los estudiantes demuestran la necesidad de dar una explicación a las situaciones propuestas en los instrumentos

Nivel III: En este nivel los alumnos perciben en las respuestas escalas corpusculares para identificar los cambios de la materia; pero no se concibe la necesidad del vacío.

Nivel IV: en este nivel de pensamiento, los alumnos conciben la materia compuesta de partículas y de vacío principalmente, en donde la naturaleza de las sustancias está dada por la ausencia o presencia de más o menos vacío en la disposición de la materia

Nivel V: Este último esquema, coincide con las explicaciones corpusculares en las que entran en juego las interacciones entre las partículas por medio de fuerzas tanto ínter como intramoleculares y el movimiento intrínseco de las partículas.

En cuanto al campo epistemológico y procedimental es posible afirmar que existen diversas ideas en lo que respecta al cambio de teorías, resplandecen los aspectos que tienen que ver con caracterizar la evolución de la ciencia desde un punto de vista empirista.

Luego de aplicada la unidad didáctica nos encontramos con diferencias en lo que se refiere al objeto de estudio: Los cambios experimentados por los estudiantes han sido propiciados por la aplicación de una unidad didáctica construida a

partir de referentes didácticos, pedagógicos y epistemológicos contemporáneos.

Al término de la unidad, los estudiantes demuestran hacer uso de conceptos explicativos cercanos a los de naturaleza corpuscular de la materia, unión química para hablar de Interacción entre partículas, y aunque en repetidas oportunidades no los utilizan de manera adecuada, demuestran la necesidad de incluirlos en sus discursos, a modo de concepto explicativo preferente. Al final de la aplicación, las respuestas de los alumnos no señalan que hayan pasado del tercer nivel explicativo (con algunas excepciones que están ubicadas en el nivel IV), en este nivel los alumnos presentan un desarrollo con relación a los resultados iniciales, debido a que ya se percibe en las respuestas escalas corpusculares de interacción para identificar los cambios de la materia; pero no se concibe la necesidad del vacío para explicar las situaciones.

Los conceptos que suponemos, se han incluido en la estructura cognitiva de los estudiantes, durante el trabajo con los mapas conceptuales de Novak, fueron los siguientes: Interacción, molécula, átomo, mezcla, concentración, disolución, sustancia, elemento, compuesto. La inclusión de estos conceptos en los alumnos es de carácter derivativo, puesto que el fin de la aplicación de la unidad didáctica es acercar a los estudiantes al uso de los conceptos que habitualmente son mencionados en clase, pero desde un enfoque corpuscular en donde entran en juego las interacciones.

A medida que los estudiantes se enfrentan a situaciones en la que hay un problema transformado, y se les propone en los enunciados los criterios procedimentales a tener en cuenta al momento de planificar una estrategia de resolución, se aprecia una mejora progresiva en cuanto a la delimitación de los problemas, la cual es homogénea en los grupos; ello debido al carácter abierto de las situaciones que supera la asignación de valores que de alguna manera son estándar para el desarrollo de la parte algorítmica de la resolución. Al finalizar la aplicación de la unidad didáctica y con base en los resultados obtenidos (en todas las repuestas de los alumnos a las tareas propuestas en las actividades de enseñanza- aprendizaje), al analizar la imagen que los estudiantes presentan con respecto a la construcción de ciencia, es posible afirmar que reflejan implícitamente una concepción de la construcción de ciencia cercana a dos enfoques: las revoluciones científicas y a los modelos de dinámica científica.

Sin embargo, aunque se generaron actitudes positivas, el trabajo con este tipo de enseñanza debe ser más extenso para alcanzar todos los logros propuestos y generar cambios radicales en las concepciones de todos los estudiantes, lo cual es bastante plausible pues si en solo tres semanas de duración de la aplicación de la unidad se consiguieron avances importantes, con un trabajo constante en este tipo de actividades, se puede modificar significativamente, la estructura cognitiva de los estudiantes.

Acerca de las actitudes de los estudiantes en lo que se refiere a las implicaciones sociales de la ciencia, se observa que gracias a la introducción de los referentes históricos, la mayoría de grupos presentan actitudes favorables con los presupuestos epistemológicos aceptados en el marco conceptual de este trabajo; es decir, aceptan que la construcción de ciencia es una labor social, que como cualquier otra, está regida por diferentes criterios de actuación racional, que dirigen el actuar de los investigadores. Los estudiantes reconocen en su discurso, las relaciones entre la ciencia, la tecnología y sus implicaciones en la sociedad actual.

## Referencias

- ADÚRIZ-BRAVO, A. e IZQUIERDO AYMERICH, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias, Vol. 1,3. Artículo En línea <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- ARIZA, L. y CURREA, M.I. (2004) *Una Visión de los Contenidos Actitudinales en el Marco de la Enseñanza y Aprendizaje de la Química en Estudiantes de Educación Media*. Trabajo de grado de Licenciatura en Química. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- AUSUBEL, D. NOVAK, J. y HANESSIAN, H (1976) *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. México.
- BENARROCH, A. (2001) Una interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*. 19 (1), 123-134.
- DE POSADA, J.M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 227-245.
- ESTANY, A. (1990) *Modelos de Cambio Científico*. Editorial Crítica. Barcelona.
- FOUREZ, G. (1994) *La construcción del conocimiento científico*. Narcea S.A. de ediciones. Madrid.

NOVAK, J.D. (1988) Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.

NOVAK, J.D. GOWIN, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona. Ediciones MARTÍNEZ ROCA

POZO, J.I., GÓMEZ CRESPO, M.A., LIMÓN, M. y SANZ, A. (1991) *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las Ideas de los adolescentes sobre la Química*. Centro de publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid.

POZO, J.I. (1999) Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del Cambio Conceptual a la Integración Jerárquica. *Enseñanza de las ciencias*, número extra.

QUINTANILLA, M. (2005). Historia de la ciencia y formación del profesorado: una necesidad irreductible. *Revista de la facultad de Ciencia y Tecnología, Investigación en Experiencias Didácticas en Matemáticas, Ciencias Experimentales y Tecnologías. Numero Extra*. Universidad Pedagógica Nacional.