

## LA CONCEPCIÓN DE ESTRUCTURA MOLECULAR Y CÓMO SE MANIFIESTA EN LA PROPUESTA DIDÁCTICA <sup>1</sup>

Diana Carolina Muñoz Fonseca <sup>2</sup>

### Resumen

Las creencias, concepciones, supuestos o teorías, que el profesorado mantiene en el momento de enfrentarse a su práctica educativa, van a ser determinantes en su labor docente.

Los estudios que se han realizado sobre esta temática, generalmente apuntan a las demandas cognitivas que exige el alumnado pero no aluden a las influencias que el profesorado tiene en la manera de estructurar su conocimiento.

Este proyecto intenta abordar cómo se ha desarrollado el constructo cognitivo de los docentes de química respecto a la enseñanza de la Estructura Molecular y qué factores influyen en este proceso de construcción y de elaboración, que luego de una interpretación del mismo va a ser el objeto de enseñanza.

### Justificación

El cuestionamiento acerca del objeto de estudio de la química ha sido un tema de amplio debate, y que a su vez, ha reunido a la comunidad científica de químicos, filósofos y sociólogos de la ciencia en torno a la aproximación de lo que es la esencia química de la química. Apoyados en una aproximación conceptual al objeto de estudio de la química, se establece que esta se ocupa del estudio de los aspectos materiales de los fenómenos que ocurren en la naturaleza (Schummer, 1998). El problema de los aspectos materiales se aborda desde la definición de unas propiedades materiales (mecánicas, termodinámicas, electromagnéticas, biológicas, ecológicas, entre otras) y de los distintos objetos experimentales que se encuentran en la naturaleza y, principalmente, la definición de unas propiedades químicas conceptualmente diferenciadas de las demás.

Así, definidas estas propiedades químicas, se las refiere a las sustancias puras, como especies químicas principales y ontológicamente coherentes con el discurso químico (Del Re, 1998). Por tanto, las teorías químicas se basan en la abstracción de los fenómenos de interacción entre las sustancias y su traducción en términos, fórmulas estructurales, que son el principal lenguaje de la química.

Por otro lado, se ha propuesto que el objeto de estudio de la química se centre en el estudio de la estructura de las sustancias desde la complejidad entre la composición, propiedades y transformaciones (Martínez, 2002). Se concibe en el hecho de situar en las sustancias el estudio de la materialidad o las llamadas propiedades materiales. Desde este punto de vista, las propiedades químicas se atribuyen a cambios en la estructura de las sustancias, que está determinada por su composición. Es desde aquí desde donde se observa el importante papel que han jugado los modelos moleculares en la definición de lo químico, la evolución histórica de estos y las implicaciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de los modelos teóricos de la estructura molecular.

Si es deber de los docentes recontextualizar ese saber químico, y si son las sustancias traducidas en una estructura la esencia de la química, entonces es posible dar explicación a los diferentes fenómenos que ocurren en la naturaleza a partir de modelos moleculares.

En consecuencia, se propone que la estructura molecular es un concepto fundamental de la química contemporánea y de allí su importancia en la enseñanza de la química. Es necesario adelantar una investigación pedagógica que brinde una visión de cómo se está enseñando, por parte de los docentes este concepto químico fundamental.

Es importante señalar que la química como ciencia y como objeto de estudio, debe ser subjetiva en lo posible, minuciosamente estructurada y sus bases deben estar fundamentadas bajo argumentos sustentables y no mágicos u obsoletos.

Cabe resaltar que se han realizado estudios sobre la influencia que tiene el docente en la construcción del conocimiento de los alumnos, es

<sup>1</sup> Proyecto de Práctica Pedagógica y Didáctica II. 2003

<sup>2</sup> Estudiante del Departamento de Química de la U. P. N.

decir, se habla de las consecuencias de la enseñanza por parte del docente pero muy poco de las causas que hacen que ese docente enseñe de esa forma particular. Se habla de los diferentes factores que afectan el aprendizaje del estudiante, pero poco de los factores que afectan la enseñanza del docente, de los factores que influyen en las interpretaciones cognitivas de los maestros, que a su vez son las que van a compartir con sus estudiantes y que, en mi opinión, son un importante punto de partida para comenzar el cambio conceptual frente a los paradigmas que nos presenta la ciencia.

Uno de los objetivos de este trabajo es aportar a la consolidación de un discurso acerca de la enseñanza de la química en torno a los modelos moleculares. Y que los docentes puedan hacer uso de él (si así lo consideran) como su versión epistemológica y didáctica de la enseñanza de la química.

### Marco Conceptual

Las investigaciones sobre el conocimiento de los docentes están experimentando cambios significativos que afectan tanto a sus fundamentos teóricos como metodológicos.

#### *Evolución de la línea de investigación sobre el pensamiento del profesor*

En la actualidad se sostiene que la línea de investigación sobre el pensamiento del profesor ha evolucionado hacia posiciones más antropológicas y filosóficas que racionalistas (Gallego, 1991). Esto implica una apertura hacia modelos que profundizan más el estudio del pensamiento en la acción y el conocimiento práctico del profesor; diferenciándose así de los modelos que centraron su atención en la toma de decisiones en la enseñanza interactiva. Diferencia marcada fundamentalmente por el énfasis que los modelos antropológicos han puesto en los contenidos de la "conciencia" del maestro, ya que las posiciones llamadas racionalistas centraron su interés en la conducta.

A la vez que ha evolucionado la línea de investigación también han cambiado las visiones epistemológicas que se tenían. La tendencia antropológica presupone unas formas de comprensión

distintas de lo que tradicionalmente se entiende por profesor, enseñanza y aprendizaje entre otros conceptos tan importantes que dibujan el ámbito cultural en el que se desarrolla la investigación educativa.

En la visión antropológica el "profesor" pasa de ser un aplicador de currículo (pasivo) a ser práctico y reflexivo (activo). También enseñanza y aprendizaje han pasado desde una concepción de la enseñanza como actividades técnicas hacia una concepción más compleja que reconoce la unidad necesaria entre acción y pensamiento docente (acciones culturales).

Gimeno y Pérez afirman que la evolución de la línea se presenta como una diferenciación entre dos paradigmas, "ha existido una transición desde los procesos formales de procesamiento de información y toma de decisiones (preocupación psicológica) a la consideración detenida en los contenidos, ideas y teorías sobre los fenómenos de enseñanza y aprendizaje (preocupación pedagógica)".

También plantean dos enfoques que deben ser tenidos en cuenta en el momento de comprender el desarrollo de la investigación sobre pensamiento del profesor: el enfoque cognitivo y el enfoque alternativo.

#### *Enfoque cognitivo*

Este enfoque agrupa todas las preocupaciones de carácter psicológico sobre las operaciones mentales de los profesores en los distintos momentos de su acción pedagógica y que, por lo tanto, desarrolla sus estudios basado en los principios de corrientes psicológicas tales como la cognitiva y la genética.

En relación con el enfoque cognitivo pueden notarse tres áreas de desarrollo de la línea. En primer lugar, un buen número de investigaciones centran el problema del pensamiento del profesor en la *planificación* (Yinger, 1986; Clark y Emore, 1979), estudian las actividades mentales involucradas en el tipo, las funciones y los modelos de planificación. En segundo lugar, los investigadores han abordado el pensamiento del docente en los momentos de procesamiento de información y de toma de decisiones lo cual ha sido

comprendido como el estudio del pensamiento interactivo; es decir, las actividades mentales del docente en la enseñanza interactiva (Shavelson, 1986), o como dice Marcelo García (1986): se trata fundamentalmente de saber “cuáles son los procesos de razonamiento que ocurren en la mente del profesorado durante su actividad docente”.

Por último, algunos investigadores, en este enfoque cognitivo, han centrado su estudio en las creencias y teorías del profesor; sin embargo, el énfasis ha estado puesto fundamentalmente en el estudio de las atribuciones que hace el docente sobre las causas del rendimiento de los alumnos. Podría afirmarse que el contenido mismo de las creencias no ha sido estudiado.

Como se ve, el enfoque cognitivo pone su énfasis en los procesos formales que explican el razonamiento del profesor. Procesos que son inteligibles a través de hechos observables en la conducta del profesor.

#### *Enfoque alternativo*

Este enfoque se estructura desde la relación analítica y crítica de principios de la teoría social (sociología del conocimiento) y específicamente de la pedagogía (teoría crítica de la enseñanza).

En el enfoque alternativo los investigadores no enfatizan tanto en los modos formales del pensar del docente cuando se enfrenta a un evento pedagógico específico, si no que procuran más bien el desarrollo de la reflexión y comprensión en los profesores del sentido que las prácticas pedagógicas tienen para ellos.

El objeto de estudio desde el enfoque alternativo es el “contenido de conciencia” del docente; sus creencias en cuanto constituidas como sentido; la comprensión que el profesor tiene de su propia práctica, de su mundo profesional.

Dependiendo de los principios epistemológicos y metodológicos, el enfoque que se le da a la investigación va a ser consonante, de igual forma, con las concepciones sobre el hombre, la enseñanza y el aprendizaje, la función del profesor y la relación teórica—práctica.

El pensamiento de los profesores orienta y dirige, aunque no de manera exclusiva, su práctica profesional. Esta relación, sin embargo, no es lineal, ya que entre el pensamiento y la conducta existe un cierto grado de indeterminación que escapa, por ahora, al análisis científico (Pérez Gómez, 1984). Dicho pensamiento se organiza en torno a esquemas de conocimiento (Anderson, 1984; Shavelson, 1986) que abarcan tanto el campo de las creencias y teorías personales, como el de las estrategias y procedimientos para la planificación, intervención y evaluación de la enseñanza. Por otro lado, la experiencia profesional promueve la continua reconstrucción de dichos esquemas (Larsson), 1986).

“Un esquema puede concebirse como algo consistente en una serie de expectativas. Así la comprensión tiene lugar cuando estas expectativas se satisfacen a través de la información que una escena, mensaje o acontecimiento aporta a través de los sentidos. La información, que de forma rigurosa satisface estas expectativas, puede ser codificada en la memoria para, de esta forma, poder plasmar la información dentro del esquema. La información que no se ajuste a las expectativas no debe codificarse, o puede ser modificada en forma que sí se ajuste al esquema” (Shavelson, 1986).

Los esquemas de conocimiento suelen representarse en el lenguaje y en la mente del profesor, a través de imágenes, metáforas, principios prácticos, reglas y hábitos (Bromme, 1983; Conelly y Clandinin, 1983; Elbaz, 1983; Clandinin, 1985; Munby, 1986). De esta manera, el profesor puede enjuiciar y valorar las situaciones concretas, tomar decisiones o resolver problemas, con una economía de tiempo y de esfuerzo imprescindibles en la tarea docente.

Ciertos esquemas de los profesores poseen un alto grado de inmutabilidad, de tal manera que se configuran como el sustrato más profundo, oculto e influyente del edificio cognitivo. De alguna manera configuran una auténtica epistemología personal (Pope y Scott, 1983; Porlan, 1986 y Ballenilla, 1992).

#### Concepción de enseñanza

La actividad de enseñar es afectada por las concepciones de aprendizaje, de alumno (a), de profesor (a), por las intencionalidades curriculares y

por los compromisos epistemológicos de los profesores. De hecho, lo es también por la clase de formación profesional de que han sido objeto los profesores (as), con el fin de asumir sus compromisos, ya sea como operarios o como trabajadores de los saberes en sus dimensiones y problemas epistemológicos, pedagógicos y didácticos (Gallego y Pérez, 1998). Porlan (1989) en sus investigaciones estableció una variedad de modelos didácticos:

**Modelo tecnológico:** en el que los objetivos eran concebidos como el elemento estructurador, tanto de la práctica como de la evaluación del aprendizaje de los alumnos (as). Así se concibe la enseñanza como una actividad técnica que debe asumir métodos didácticos, científicos.

**Modelo tradicional:** caracterizado por la transmisión verbal de los contenidos disciplinares.

**Modelo alternativo:** en el que se resaltan la participación de los alumnos (as) y la investigación del profesor.

#### Antecedentes

Las investigaciones que han intentado relacionar las concepciones del profesorado de ciencias y su práctica han seguido líneas teóricas dispersas y, difícilmente, se puede llegar a conclusiones generales que ayuden a identificar en qué sentido interaccionan el pensamiento y el desarrollo de la enseñanza de los docentes.

A partir de mediados de los años setenta, el interés de la investigación sobre el pensamiento del profesor se fue desplazando desde el estudio de su conducta, (Yinger, 1986) hacia lo que piensan los profesores acerca de la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje, en general, y con relación a los contenidos escolares de ciencias en particular.

En diferentes trabajos se manifiesta que los profesores tienden a exaltar la supremacía del conocimiento científico sobre otros conocimientos, (Lederman, 1992; Gallagher, 1991). Otros como Porlan (1989) revelan una cierta diversidad de concepciones que los profesores tienen sobre la ciencia. Este autor destaca tres tendencias epis-

temológicas en relación con ello: racionalismo, empirismo y relativismo.

Las concepciones mantenidas sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias han sido analizadas desde una perspectiva que se interesa por la implicación que estas suponen para la formación inicial y permanente del profesorado de secundaria en el área de química, aunque estas investigaciones no incluyen observaciones del desarrollo de la enseñanza ni analizan el modelo de conocimiento pedagógico del profesorado.

El pensamiento del profesorado sobre la ciencia y las implicaciones de sus acciones en la enseñanza ha sido estudiado a partir de técnicas de observación, entrevistas y análisis de materiales por otros autores. Brickhouse (1990) sostiene que una mejor y más completa formación científica del profesorado contribuye a una mejor enseñanza, aunque apunta que habría que estudiar la influencia del conocimiento sobre el contenido pedagógico en la práctica y ver cómo este, a través de las actividades que se realizan en el aula, afecta el conocimiento científico que aprende el alumnado.

En este sentido, Gil (1993) insiste en resaltar cómo la carencia de una formación científica adecuada afecta directamente a la dificultad que presenta el profesorado en el momento de diseñar actividades innovadoras y desarrollar un currículo adecuado de ciencias, destacando la importancia del diseño de tareas como estructuras de trabajo en el aula.

También se ha estudiado cómo la influencia del conocimiento pedagógico del profesorado y su relación con las concepciones epistemológicas, cuando desarrolla su práctica docente, afecta directamente al conocimiento profesional que va construyendo a lo largo de su labor educativa (Porlan Delimitación del problema 1996).

#### *De la enseñanza*

La actividad de enseñar es afectada por las concepciones de: aprendizaje, alumno (a), profesor (a), por las intencionalidades curriculares y por los compromisos epistemológicos mismos de los

de formación profesional de que han sido objeto los profesores (as).

En el contexto de compromisos epistemológicos de carácter deductivista—constructivista, enseñar requiere de reconceptualizaciones apropiadas. Podría afirmarse que es crear ambientes epistemológicos, pedagógicos y didácticos que propicien experiencias de aprendizaje. Tales ámbitos han de simular las comunidades académicas de especialistas; poner a disposición las informaciones requeridas y convocar a negociaciones y acuerdos programáticos; todo sobre el presupuesto de la tolerancia y el respeto por las concepciones alternativas del otro.

#### *De la Estructura molecular*

La estructura molecular y los modelos teóricos para explicarla, han constituido un campo de investigación muy importante en la química contemporánea. Estudiar la estructura de las especies químicas adquiere una importancia relevante al convertirse en un factor de identidad que permite establecer categorías de clasificación teniendo en cuenta sus propiedades químicas, además permite crear modelos explicativos sobre el comportamiento de las especies en las transformaciones químicas.

Los modelos moleculares se definen como las representaciones teóricas de la estructura de las especies químicas; estos modelos se pueden entender como abstracciones de conceptualizaciones previas que tienen sentido en el interior de una teoría (Achinstein, 1968). Los modelos moleculares, como modelos teóricos, determinan la manera como se resuelve un problema en torno a la estructura de una especie química, que para este caso se formula en términos geométricos y espectrométricos (Martínez, 2002)

En general, los modelos moleculares se presentan como construcciones teóricas que se abstraen de objetos experimentales conceptualizados, que tienen fines explicativos de la estructura de las especies químicas como uno de los puntos importantes para la comprensión de los comportamientos químicos de la materia.

La evolución histórica de los modelos moleculares ha sido construida con base en tres propuestas teóricas: la teoría de Estructura molecular de

Butlerow, Kekulé y Van't Hoff, la teoría de estructura electrónica de Lewis y la teoría de la mecánica ondulatoria molecular. Con base en esto, se han distinguido dos grandes momentos en el estudio de la estructura molecular, la *concepción clásica* y la *concepción moderna*.

La concepción clásica se ha delimitado (aunque es posible tener en cuenta momentos anteriores) desde los estudios de Butlerow y Kekulé que luego son retomados por Van't Hoff; hasta aquí el estudio de la estructura de las especies químicas tiene un carácter netamente geométrico, es decir, la disposición espacial de los diferentes átomos dentro de una molécula, sin tener en cuenta las fuerzas que los mantenían unidos (Mulckhuysse, 1961). Luego con la postulación de la teoría electrónica de Lewis, se consolida la concepción clásica de la estructura molecular, proponiendo esta última que la estructura molecular y su forma geométrica son un atributo de las especies químicas.

A principios del siglo pasado, se comienzan a discutir algunos elementos de la teoría clásica y se ve la necesidad de reformarlos con base en la teoría cuántica. De esta manera, se asumió que los estados electrónicos, rotacionales y vibracionales son independientes y que a su vez en el estudio de la geometría molecular (ángulos, distancias de enlace, vibraciones, etc.) pueden ser medidos y caracterizados separadamente. Es de esta forma como se plantea la teoría mecánico-ondulatoria, que se consolida después con el desarrollo de la química cuántica, con los aportes de Born-Oppenheimer y las ecuaciones de Schrödinger para el estudio de los estados electrónicos en las moléculas.

En la enseñanza de la química y en particular de la estructura de las especies químicas, los docentes utilizan los modelos teóricos que se han desarrollado como modelos explicativos y predictivos de la estructura de las especies químicas. Estos modelos han venido evolucionando desde los modelos rígidos, semirígidos a los dinámicos.

Los modelos rígidos son concebidos como la estructura *real* de los compuestos químicos y son el resultado de la concepción clásica sobre la estructura molecular. Dentro de estos, se tienen como ejemplo: el modelo de discos, cablea-

modelo de bastones y esferas. Sin embargo, el modelo rígido, al concebir la estructura de las sustancias como algo rígido e inmutable, lleva a cuestionar los supuestos sobre los cuales se han construido.

Hoy, a través de modernas técnicas espectroscópicas se ha podido concluir que la estructura de las moléculas es dinámica y cambiante, es así como los modelos rígidos muestran un problema de incoherencia de la representación con respecto a la concepción de la estructura molecular. Los modelos rígidos se quedan en intenciones netamente informativas. Brindan información y características puntuales, como ángulos, valencia de los átomos, configuración, que pueden tener sentido a la hora de precisar aspectos en la representación de la estructura molecular.

Con el avance de las tecnologías de la información se soluciona, parcialmente, el problema dinámico de la estructura molecular, confiriéndole, por animación, los estados de vibración, rotación y demás, pero no soluciona el problema del estado energético de las moléculas, ya que este es relativo al contexto donde se encuentren. A este tipo de modelos se les conoce como semi-rígidos, de los que se puede afirmar que son modelos informacionales más completos.

Por otro lado, partiendo de los problemas que se generan al considerar los modelos rígidos como representaciones de la estructura molecular, se han desarrollado en los últimos años modelos dinámicos más complejos, cuya principal característica es tener en cuenta los estados energéticos en la molécula. Las condiciones termodinámicas y la interacción entre las moléculas son aspectos esenciales al concebir la estructura molecular a partir de los modelos dinámicos. Aquí la espectroscopía juega un papel importante para la construcción de los modelos que permiten explicar la estructura molecular. Es así como los modelos dinámicos consideran, además de la información puntual, el contexto y los métodos instrumentales que van a contrastar los supuestos sobre los que se basa la teoría de la estructura molecular.

#### Problema

¿Cuál es la estructura cognitiva acerca de estructura molecular que poseen los docentes de química

de la Institución Educativa Jorge Eliécer Gaitán y cómo se refleja en su propuesta didáctica?

#### Objetivo

- Caracterizar el constructo cognitivo de los docentes sobre estructura molecular y cómo se ve reflejado en su versión didáctica.

#### Metodología

La metodología se materializa en:

- Fundamentación teórica y revisión bibliográfica.
- Revisión del currículo del colegio, y el que utilizan los docentes en lo que respecta a química y en particular a estructura molecular.
- Entrevistas individuales a los docentes de química de la institución, se categorizarán las respuestas y se jerarquizarán (categorías empíricas).
- Observación directa en el aula de clase y observación documental utilizando instrumentos escritos que serán proporcionados a los docentes para que expresen su visión frente a la red conceptual y sus argumentos explicativos

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- BAENA, M. (2000). Pensamiento y acción de la enseñanza de las ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol 18 No 2 pp 217 – 226.
- BENARROCH, (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. Revista Enseñanza de las Ciencias, Vol 18 No 2, pp 235-246.
- GALLEGO, R y PEREZ, R (1998) Aprendibilidad, Enseñabilidad, Educabilidad: Una discusión. Revista Colombiana de Educación. No 36-37. pp 69 –89.
- MARTINEZ, A. (2002). Hacia una nueva concepción de los modelos moleculares. Revista del Sistema de Práctica Constructivismo y escuela. Ed. DiaPedagógica y Didáctica del Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional, No 39, pp 1-6.
- VILLAVECES, J. (2001). La enseñanza de la estructura de los átomos y de las moléculas. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología TEA. No 9, pp 108 – 118.
- ZAMBRANO, A. (1998). La relación entre conocimiento común y conocimiento científico en el contexto de la enseñanza, aprendizaje y cambio conceptual de las ciencias. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología TEA. No 3, pp 85 – 101.