

# EL MODELO DE NÚCLEOS INTEGRADORES DE PROBLEMAS EN LA INTEGRACIÓN DE PROBLEMAS HISTÓRICOS Y EPISTEMOLÓGICOS A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**MARTÍNEZ, A. S.; VILLALBA, G.; RODRÍGUEZ, A. L y MARTÍN, P.**

Grupo de Investigación *Pensamiento, Ciencia y Enseñanza*. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C., Colombia.

---

**Palabras clave:** Modelos Didácticos; Formación Docente; Epistemología e Historia de las Ciencias y Didáctica de la Química.

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta comunicación presenta los principales aspectos conceptuales y metodológicos, que han servido de sustento para la construcción de modelos de Núcleos Integradores de Problemas – NIP, en el campo de la enseñanza de la química. Estas propuestas fueron desarrolladas en el marco de una investigación para la formulación de currículos para la formación inicial y continua de docentes en la enseñanza de la estructura molecular en química, que integrara problemas de orden histórico y epistemológico en la fundamentación disciplinaria del profesorado. Como resultado del trabajo adelantado, se ha propuesto el desarrollo de un currículo para la formación de profesores de química, con base en el diseño e implementación de NIP para la aproximación a los fundamentos conceptuales y teóricos alrededor de la estructura de las sustancias. En este sentido, el modelo NIP busca la construcción de cuerpos específicos de conocimientos didácticos desde la epistemología y la historia de las ciencias, dadas las aportaciones que en este campo se han venido dando en los últimos años y que impulsan una potente línea de investigación en torno a esta problemática.

## 2. OBJETIVOS

Se tiene la intención de mostrar, cómo desde la práctica de la historia de las ciencias en búsqueda de una aproximación a los conceptos fundamentales de las disciplinas, en este caso los del problema de la estructura de las sustancias en química, pueden construirse y validarse como nuevos discursos y prácticas en la didáctica de las ciencias que complementen la formación disciplinaria del profesorado, en epistemología e historia de las ciencias.

## 3. MARCO TEÓRICO

Se parte de la consideración de que los discursos científicos se construyen alrededor de problemas, cuya representación se ha hecho mediante los conceptos. Como se ha señalado en la filosofía francesa contemporánea, la historia de las ciencias consistiría en una historia de las filiaciones conceptuales más que de las concatenaciones teóricas, debido a que, en ciencias, definir un concepto es formular un problema. La constitución de la historia de las ciencias como disciplina, en oposición a la colección de biografías y cuadros de

doctrinas, se ha organizado en torno a las relaciones entre conceptos en la historia del devenir científico (Canguilhem, 1980:10). No obstante, esta filiación tiene un estatuto de discontinuidad y lógica implícita a la práctica científica: la construcción de conceptos, la formulación de un problema, requiere la presencia simultánea y racionalmente dispuesta de un determinado número de otros conceptos, es decir de otros problemas, que no necesariamente serán los que figuren en la teoría (Lecourt, 1978:78). En consecuencia, los conceptos representan problemáticas que ocupan el pensamiento y la práctica discursiva de los científicos, frente a los cuales las teorías representan andamiajes racionales de solución en un momento determinado, cuya parcialidad caracteriza su propiedad más importante: su reemplazo plausible.

La lección que pueden dejar la nueva historia de las ciencias y la crítica epistemológica contemporánea, a la didáctica de las ciencias como campo de conocimiento específico, es la reflexión de que la enseñanza de los conceptos científicos constituye el reto de aproximar a las problematizaciones de los que practican la ciencia, la formulación de modelos teóricos para su solución y la comprensión de su estatuto parcial y de continuo cambio. En el marco de esta labor, es necesario reflexionar acerca de los niveles y grados de profundidad de las aproximaciones conceptuales, la funcionalidad que los diversos momentos de constitución histórica de un concepto tienen para la enseñanza, la caracterización de la acción didáctica que permite convertir definiciones conceptuales en objetos de enseñanza y el impacto que lo anterior en las epistemologías de maestros y estudiantes.

#### 4. DESARROLLO TEMÁTICO

El modelo NIP puede definirse, entonces, como un modelo didáctico para la construcción de objetos de enseñanza, a partir de unos estudios histórico-epistemológicos de los conceptos científicos. Esta labor se encuentra planteada en tres momentos principales: la demarcación discursiva, la jerarquización y selección, y la sistematización. Cabe destacar que estos momentos no se encuentran organizados secuencialmente, sino que más bien obedecen a una emergencia simultánea en la disposición didáctica de los problemas para la definición de un concepto.



La demarcación discursiva hace referencia a la caracterización de las condiciones de emergencia del concepto, las problemáticas con el que este se relaciona y su ubicación en la estructura discursiva de la disciplina. Obviamente, es este un trabajo que se encuentra en el terreno de la historia de las ciencias, pues la óptica histórico-epistemológica permite poner de relieve las rupturas e inflexiones teóricas que hacen parte del desarrollo del concepto, las transformaciones que ha sufrido, e incluso los factores determinantes de su desaparición. El objeto primordial de la demarcación de los problemas, es ubicar la espacialidad del concepto en la estructura del discurso, así como las condiciones históricas que hacen que tenga ciertas características en algunos momentos dados. De igual forma, un propósito principal es el reconocimiento del contexto conceptual, es decir otros conceptos, cuya es referencia indispensable para poder definirlo.

Luego del reconocimiento del entramado discursivo del que hace parte un concepto, y el desarrollo histórico que este ha tenido desde una mirada epistemológica, es posible realizar una jerarquización de los requerimientos conceptuales y enmarcamientos teóricos. La estructuración de esta jerarquía, cede el espacio de la lógica del discurso científico a los factores integrantes del proceso de enseñanza/aprendizaje, es decir, la organización de la importancia de ciertos problemas frente a otros, para tener en cuenta en la constitución didáctica de un concepto, responde más a las intencionalidades didácticas y curriculares. No necesariamente esta preeminencia se encuentra en el grado relevancia que ocupa un concepto en el espacio problémico,

ni su importancia en la estructura del discurso científico, sino más bien atiende a los requerimientos del proceso de enseñanza, a las condiciones de aprendizaje del estudiante, a las disposiciones curriculares, siempre bajo la vigilancia de la coherencia histórica y epistemológica. En otras palabras, la organización de las problemáticas para la constitución didáctica de un concepto no se equipara a la labor de construcción discursiva de los científicos, pero su enseñanza debe aproximarse lo más posible al estatuto de los modelos y teorías científicas, o al menos no constituir un obstáculo para posteriores profundizaciones en el discurso.

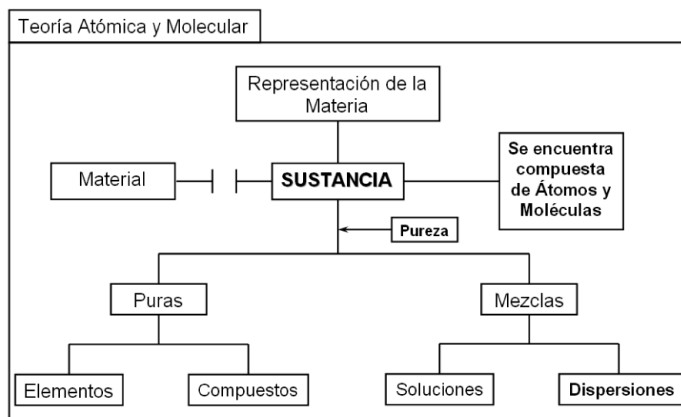
Una vez ubicados y organizados los problemas necesarios para la aproximación a un concepto, estos se sistematizan mediante una herramienta sintáctica y de visualización. Este proceso permite construir un objeto concreto de enseñanza, que puede tomar la forma de un mapa conceptual, un mentefacto, un cuadro sinóptico, entre otros. La elección de esta forma de visualización no es desprevénida, sino que atiende a la naturaleza del concepto que se define, su correspondencia con las ideas alternativas de los estudiantes, sus posibilidades metodológicas, tanto como a los requerimientos curriculares.

#### 4.1. El Caso del Concepto de Sustancia: Aproximación mediante el Modelo NIP

La emergencia de las sustancias como objetos disciplinarios de preocupación de los químicos, se ubica hacia los albores del siglo XIX. Con el ascenso del atomismo moderno daltoniano, las propiedades de los cuerpos materiales dejaron de referirse a cualidades sensoriales y conceptos de tipo inductivo y empirista, para ser relacionados con representaciones teóricas de unidades estructurales como los átomos y las moléculas (Martínez, A.S. 2004). Esta ruptura, en química, señaló dos momentos importantes en la consideración de las sustancias, mostrando que la concepción de los químicos del siglo XVIII era de tipo molar, es decir, creían en sustancias que podían dividirse infinitamente y presentar las mismas propiedades en cualquier fracción tomada, mientras que la discontinuidad establecida por las teorías atómicas y moleculares, hacía este proceso finito (Jensen, 1998). En el marco de las aproximaciones moleculares, las sustancias son agregados de partículas con una estructura definida, cuyas interacciones permiten explicar las propiedades que estas presentan en el nivel macroscópico y que son experimentalmente observables (Schummer, 1998).

En efecto, Del Re (1998) muestra cómo la emergencia de la molecularidad como modelo de explicación de las sustancias, y su acogida por parte de la comunidad científica química, se dio a mediados del siglo XIX, definiendo estos sistemas materiales como todo aquello que se encuentra compuesto por moléculas. No obstante, la clasificación de las sustancias en química, constituía un problema en el contexto de la molecularidad, que había sido solucionado por la aproximación lavoisiana a elementos y compuestos, se veía cuestionada dado que su definición no está referida a composiciones atómicas y moleculares, sino a tratamientos empíricos de descomposición. Schummer (1998) ha demostrado que la clasificación de las sustancias desde la aproximación molecular, se opera con el criterio de pureza, que a pesar de lo intrincado, permite obtener dos grupos de sustancias: aquellas puras, con una sola clase de moléculas, y aquellas mezclas, con dos o más clases de moléculas.

Estas consideraciones históricas permiten sugerir un mentefacto conceptual que organice las problemáticas fundamentales alrededor de la definición del concepto de sustancia desde las teorías atómicas y moleculares.



Esta herramienta sintáctica, muestra los principales problemas que se desean incluir en la definición didáctica del concepto: en primer lugar, muestra que la definición de un concepto solo es posible en el marco de una estructura teórica, en este caso la teoría atómico-molecular. En segundo lugar, que la definición de la sustancia como representación de la materia, constituye una ruptura con la concepción molar de características empiristas e inductivistas. Igualmente, el criterio fundamental que define las sustancias como representación, es su referencia a unidades estructurales de carácter teórico e intangible, solo demostrables en el marco de un experimento. Finalmente, que la clasificación de las sustancias pasa de los métodos empíricos de descomposición a un elemento conceptual organizador como la pureza.

#### **4.2. El Modelo NIP en la Enseñanza de la Estructura Molecular en el marco de la Formación Inicial del Profesorado**

A partir de la estructuración de los conceptos didácticos, en otras palabras, objetos discursivos dispuestos para la enseñanza, derivados del conocimiento científico, y que han sido construidos mediante el modelo NIP, se ha constituido una propuesta curricular para la formación del profesorado de química en torno a problemas históricos, epistemológicos y didácticos de la estructura de las sustancias y los modelos moleculares que actualmente se desarrolla en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Los tópicos y problemáticas por abordar se encuentran orientados por la epistemología y la historia de las ciencias y la discusión en torno a los conceptos químicos fundamentales se aproximan mediante el modelo NIP. A pesar de que en la actualidad se adelantan estudios acerca del impacto que tienen estos modelos didácticos y curriculares en la formación de los docentes, y particularmente acerca de cuál es el cambio en sus concepciones históricas, epistemológicas y didácticas alrededor de la química, el adelanto de estudios exploratorios ha permitido constatar que la recurrencia a argumentos históricos para resolver cuestionamientos acerca de la científicidad de la disciplina, la organización de los conceptos en el discurso y su importancia para el futuro ejercicio profesional, es mayor luego del trabajo propuesto\*.

### **5. CONCLUSIONES**

Como resultado del trabajo realizado en el interior de la investigación en la vinculación de problemáticas de orden histórico, epistemológico y didáctico de la estructura molecular, en la formación inicial del profesorado de química, es posible colegir que este constituye un campo específico de investigación en didáctica de la química, y de las ciencias en general, dado que existen requerimientos metodológicos para la enseñanza, que pueden derivarse de la epistemología y la historia de la química. La construcción de modelos y metodologías didácticas desde la historia y la filosofía, al mismo tiempo que estructuras y organizaciones curriculares, constituyen un problema que cuenta hoy con fundamentos teóricos y conceptuales fuertes traídos de las disciplinas de la didáctica y la historia de las ciencias, mostrando diferentes caminos para la investigación en aras de concretar en experiencias de formación concretas en los diversos actores de los procesos de enseñanza/aprendizaje. De igual manera, los procesos de transposición y recontextualización de los conceptos científicos, para su transformación en objetos de enseñanza desde la perspectiva histórico-epistemológica, se proyectan es un objeto de investigación promisorio en tanto permite vincular efectivamente los discursos históricos y didácticos como herramientas conceptuales y metodológicas para ser experimentados en los espacios de aula.

Como se ha mostrado en el caso particular de la estructura molecular, que ha hecho parte de la investigación, la formación inicial de los docentes, al igual que los procesos llevados a cabo en los diversos escenarios de formación, pueden verse positivamente afectados por la construcción de herramientas discursivas, desde la integración de la epistemología, la historia y la didáctica de las ciencias. Un camino que se pro-

\* Los resultados acerca del diseño e implementación de estas propuestas curriculares en el contexto de la formación inicial del profesorado, serán publicados próximamente con el informe final del proyecto *La Enseñanza de los Modelos Teóricos de la Estructura Molecular*. Universidad Pedagógica Nacional - CIUP.

yecta en esta problemática investigativa específica, es acerca del papel que pueden jugar estos modelos y metodologías en la transformación de las epistemologías de estudiantes y maestros, así como de los currículos, los libros de texto y demás objetos didácticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANGUILHEM, G. (1980). La historia de las ciencias en la obra epistemológica de Gastón Bachelard. *Sociología*, (2), pp. 5-19.
- DEL RÉ, G. (1998). Ontological status of molecular structure. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 4 (1), pp. 81-103.
- JENSEN, W. (1998). Logic, history and chemistry textbooks: One chemical revolution or three? *Journal of Chemical Education*, Vol. 75 (8), pp. 961-969.
- MARTÍNEZ, A.S. (2004). Química: Un mentefacto conceptual. *TED Techne, Episteme, Didaxis*, (15), pp. 85-96.
- SCHUMMER, J. (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 4 (2), pp. 129-162.