
La clasificación de los isómeros en libros de texto universitarios: un problema de orden histórico epistemológico

The classification of the isomers in University textbooks: A Historical and Epistemological Problem

Alba Rocío Gómez Hernández

Estudiante de Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.
albagoher@gmail.com

Resumen

El siguiente documento muestra los resultados de la investigación titulada: *Análisis Descriptivo de la Clasificación de los Isómeros en Libros de Texto Universitario: Un Problema de Orden Histórico – Epistemológico*, trabajo realizado dentro del grupo de Investigación Pensamiento Ciencia y Enseñanza como monografía de grado para optar al título de Licenciada en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Es un análisis descriptivo de la clasificación de los isómeros en libros de texto universitarios, donde se tuvo en cuenta las reflexiones histórico-epistemológicas que muestran estos materiales didácticos para la explicación de dichas entidades moleculares; la relación y relevancia de la historia del concepto, de acuerdo a la organización que realiza el historiador americano William Jensen del discurso en química, y específicamente a la propuesta que él hace para la clasificación de los isómeros conforme a los conceptos de su estructura molecular: composición, constitución, configuración o conformación.

Palabras clave

Clasificación de los Isómeros, Historia de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias, Estructura Molecular, Libros de Texto.

Abstract

The following paper shows the results of the research work *Descriptive Analysis of Isomers Classification in University Textbooks: A Historical and Epistemological Problem*, made as graduate work for Licentiate in Chemistry and developed within *Pensamiento, Ciencia y Enseñanza* research group from National Pedagogical University. In the research work the historical-epistemological considerations shown in the didactical materials for explaining these molecular entities and the relationships with history of the concept, according to chemical discourse organization of William Jensen, particularly the isomers classification based on constitution, configuration and conformation concepts.

Keywords

Classification of Isomers, History of Science, Sciences Education, Molecular Structure, Textbooks, and concepts its molecular structure: composition, constitution, configuration or conformation.

Introducción

Los libros de texto universitario en química son parte de los recursos a los que acuden los estudiantes como objeto de estudio, material de consulta, como colección de ejercicios propuestos y problemas para resolver, etc. Desde el punto de vista histórico los libros de texto son considerados como un elemento para la manipulación cultural y social de los individuos, donde se eligen unos contenidos frente a otros, que tienen una estructuración específica, donde se jerarquizan conocimientos que apoyen las labores tanto de estudiantes como de docentes y que según el autor tienen fines diferentes de acuerdo a los pensamientos individuales de estos, que por lo general uniforman el discurso de la disciplina con base en las ideas dominantes para luego ser propagados a los lectores. (González, 2004)

Además, las aproximaciones históricas que realizan los textos sobre la construcción de los conceptos es por lo general muy pobre y descontextualizada en lo que concierne a el desarrollo cultural, político, religioso, histórico o social en el cual emergen las teorías o modelos, así, la vinculación histórica es convertida en reseñas biográficas y relatos anecdóticos, que poco tienen que ver con los acontecimientos que se dieron para el establecimiento de las concepciones en el campo de la química (Matthews, 1994). Por esto, se hace necesario realizar estudios que resalten la historia de los conceptos científicos como una forma de motivar a los estudiantes para que comprendan con mayor facilidad, en donde se exhiba como se han desarrollado y perfeccionado los conceptos químicos, que de cuenta de las revoluciones que se han dado dentro de los discursos de la disciplina, y así demostrar que la ciencia no es estática sino que esta sujeta a cambios que dependen de las necesidades del ser humano, de esta manera, exponer que el conocimiento científico puede ser transformado.

Dentro del análisis que hizo el trabajo investigativo y que esta enmarcado en las investigaciones que ha realizado el grupo de Investigación Pensamiento, ciencia y Enseñanza de la Universidad Pedagógica Nacional, en cuanto a la estructura molecular de las sustancias se refiere, además de la preocupación por vincular la historia y la epistemología de la química para la enseñanza de la misma, surge una inquietud en revisar algunos conceptos químicos y su vinculación histórica en algunos materiales didácticos tales como los libros de texto y específicamente en analizar la clasificación de algunas estructuras moleculares, que para el caso de esta investigación fueron las entidades isocomposicionales tales como los isómeros, principalmente el trabajo revisó la clasificación que se hace de estos en libros de texto universitarios para reclasificarlos en los tres que formula Jensen. En este sentido, el historiador americano William Jensen dentro de una serie de conferencias que realiza en 1998 intenta dar un orden lógico al discurso químico que atienda a la historia de la química y que de alguna manera simplifique o resuma las concepciones químicas con el fin de facilitar el aprendizaje de la disciplina. Así, él plantea ordenarlas en tres problemas fundamentales en química: la composición/estructura que da cuenta de los problemas de la estructura de las sustancias y su composición, la energía y el papel del tiempo en los diferentes procesos químicos, pero además, propone que estas atienden a tres niveles: molar, molecular y eléctrico. El nivel molar hace referencia a lo macroscópico, el molecular ya es una aproximación a los procesos químicos a nivel microscópico y el eléctrico a la mecánica molecular. Así, Jensen clasifica a los isómeros en tres clases: isómeros constitucionales (según su topología), isómeros configuracionales (dependiendo de su geometría o su quiralidad) e isómeros de cristalización.

Fue propósito de la investigación intentar vincular la historia y la epistemología de las ciencias, en el surgimiento del concepto de isomería, el cual esta inmerso dentro de la problemática de la estructura molecular, con el fin de mostrar las discrepancias entre las diferentes clases de isomería, los momentos históricos que se suscitaron para su emergencia, además clarificar el nivel al que cada una de ellas pertenece, así como, las falencias que presentaban y la necesidad de acudir a otras concepciones para la explicación de nuevos fenómenos. Igualmente, se tiene en cuenta las

reflexiones hechas por el profesor Alexander Martínez¹ en cuanto a lo que tiene que ver con las rupturas epistemológicas existentes entre los niveles propuestos por Jensen.

Aproximaciones teóricas

En el desarrollo de la investigación se acudió a diferentes referentes de orden conceptual que apoyaran el trabajo y le dieron sustento, en ese sentido se tuvo en cuenta la clasificación de los isómeros, la vinculación histórico-epistemológica de las ciencias para la enseñanza de las mismas y la organización lógica que realiza Jensen del discurso de la disciplina.

Clasificación de los isómeros

Alrededor de la estructura de las sustancias existen cuatro conceptos principales para su estudio: composición, constitución, configuración y conformación, de aquí que la manera de analizar cualquier estructura molecular debe atender a estos conceptos, teniendo en cuenta y distinguiendo la naturaleza de cada uno de ellos. De igual forma, se debe recurrir a los problemas de orden histórico que se presentaron para su emergencia y así llevarlos a la escuela de manera más efectiva. En este sentido, cuando se analizan estructuras isocomposicionales como los isómeros, se debe acudir a dichos conceptos para que puedan ser identificados y clasificados, de tal forma que al ser enseñados sean claros y eficaces para su aprendizaje.

En la preocupación por simplificar y resumir los conceptos en química (Jensen, 1998a) propone un clasificación de los isómeros más pequeña que las expuestas en los libros de texto de química, en la cual el dice que estos pueden ser de tres tipos: isómeros topológicos, isómeros configuracionales e isómeros de cristalización, y que cada uno de ellos atiende a un aspecto particular de su estructura (topología, geometría, quiralidad, cristalización). Tanto libros de química orgánica, como de química de coordinación, registran un considerable listado de tipos de isómeros, entre ellos: cis y trans, de configuración E-Z, de función, de posición, de coordinación, ópticos, de ionización, de enlace, geométricos, de cadena, quirales o de configuración R-S; entre otros, y que pueden ser reclasificados en los tipos de isomería propuestos por Jensen.

Vinculación de la historia y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de las mismas

La historia y la filosofía de las ciencias, si bien, no pueden solucionar todos los problemas cognitivos de la enseñanza en la escuela, si ayudan a acercar a los intereses comunes de cada individuo, hacer que los espacios académicos sean más estimulantes y más creativos, donde se acerque a los educandos a un pensamiento crítico; de igual manera, ayudan a tener más claridad sobre los problemas científicos logrando una mayor comprensión de ellos. Asimismo, pueden contribuir con el aprendizaje de las ciencias, donde no solo se apliquen teorías, fórmulas, teoremas o ecuaciones, sino que se entienda el porqué de ellas y el significado que tienen para la explicación de fenómenos que atañen al conocimiento científico. (Matthews, 1994).

De esta manera, la investigación analizó cuatro libros de texto universitarios en química, dos de química orgánica y dos de química general, en los que la relación histórica y epistemológica del concepto de isómero y de su clasificación no es claro y se hace de manera biográfica y anecdótica. Se indago por uno de los conceptos de la estructura molecular: el de composición, con el fin de conocer si se acude a él para explicar sus límites, los obstáculos o dificultades que tuvo en el momento que surge el problema molecular de los compuestos isocomposicionales. Asimismo, se buscó conocer si en estas herramientas didácticas se hace una aproximación histórica del concepto de isomería y su clasificación, para identificar algunas referencias histórico-epistemológicas que den

¹ Investigador Principal Grupo de Investigación Pensamiento, Ciencia y Enseñanza, Universidad Pedagógica Nacional.

cuenta del desarrollo del concepto y apoyen las conclusiones disciplinares que se dieron para el establecimiento de categorías de clasificación.

Organización lógica del discurso químico

La química como disciplina científica no puede estar alejada del desarrollo histórico de sus diferentes modelos y conceptos; así, en el interior del discurso químico existen diversas rupturas epistemológicas (Martínez, 2006), que pueden atender a una organización lógica que vincule la historia de la disciplina con la epistemología de la misma, para la enseñanza de sus concepciones. En este sentido, el historiador americano William Jensen (1998a) da un orden lógico al discurso químico que atiende a la historia de la química y que de alguna manera simplifica o resume las concepciones químicas con el fin de facilitar el aprendizaje de la disciplina. Así, él plantea ordenarlas en tres problemas fundamentales: la composición/estructura que da cuenta de los problemas de la estructura de las sustancias y su composición, la energía y el papel del tiempo en los diferentes procesos químicos, pero además, propone que estas atienden a tres niveles: molar, molecular y eléctrico. El nivel molar hace referencia a lo macroscópico; el molecular ya es una aproximación a los procesos químicos a nivel microscópico y; el eléctrico a la mecánica molecular. Asimismo, el autor americano manifiesta que entre estos niveles existen diferentes revoluciones científicas desde una perspectiva Kuhniana, que atienden a los diversos episodios históricos que dieron lugar a la emergencia de los distintos conceptos y a las necesidades de los científicos por explicar nuevos fenómenos que ya no era posible explicar con las concepciones existentes hasta el momento.

Metodología

En términos metodológicos se realizó un análisis documental, de carácter cualitativo descriptivo en cuatro libros de texto universitario; dos de química general y dos de química orgánica, con el fin de revisar la clasificación de los isómeros. Asimismo, describir la referencia que estos materiales didácticos hace a la historia del concepto de isómero para su explicación y enseñanza. De este modo, fue un objetivo del trabajo examinar si en ellos se vinculan la historia y la epistemología de la clasificación de los isómeros con su enseñanza.

El análisis de los textos se hizo a partir varias etapas: en primer lugar, la selección de los libros de texto; en segundo, la creación y aplicación de la matriz guía del análisis, para la recolección de la información del concepto de clasificación de los isómeros en los libros de texto de química, para la formación universitaria; en tercer lugar la vinculación histórica y epistemológica para la enseñanza de este concepto en dichos materiales didácticos; y por último, se muestran los resultados, análisis e implicaciones didácticas que surgen y concluyen el trabajo.

De los libros de texto

En la selección de los textos se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: Recurrencia a su uso, por parte de los estudiantes y maestros, en los cursos de química orgánica y de coordinación, para las consultas escolares pertinentes a cada asignatura; que dentro de su contenido un capítulo o un aparte que hable de la isomería y la clasificación de los isómeros; Que manejen un lenguaje claro, sean reconocidos y recomendados por los profesores de química, en cuanto a la veracidad y confiabilidad de su contenido; Que el acceso a ellos sea oportuno y fácil y se encuentren dentro del inventario de las bibliotecas universitarias. Por respeto a los autores y a su prestigio no se dicen el nombre de los textos para no caer en señalamientos.

La matriz como instrumento de análisis de datos

La matriz es un instrumento elaborado para la recolección de información, que permite analizar e indagar por conceptos relacionados con la clasificación de los isómeros, se presento en cuatro columnas: la primera muestra la esfera conceptual, la segunda expone las categorías de análisis

para los libros de texto, la tercera da cuenta de los indicadores a seguir para dicho análisis y la última presenta la descripción del indicador para el análisis objeto de estudio. Los criterios conceptuales que hicieron pertinente un estudio de esta naturaleza, estuvieron basados en dos esferas conceptuales fundamentales: la esfera disciplinar y la histórico-epistemológica. En la primera, se analizaron los niveles estructurales a los que recurren los libros, para la presentación, descripción, enumeración, clasificación y diferenciación de las clases de isómeros, en lo que tiene que ver con su estructura molecular y el nivel al que pertenecen dentro de la estructura molecular de las sustancias (molar, molecular o eléctrico). En esta esfera se demarcaron dos categorías: la clasificación de los isómeros y los conceptos de la estructura molecular para la clasificación de los mismos. La segunda esfera, hace referencia al análisis histórico-epistemológico de la clasificación de los isómeros que se realiza en los libros de texto. En este sentido, se indagó por la relevancia que en estos materiales didácticos se le da a la historia del concepto de isomería y su clasificación para su enseñanza.

Resultados y conclusiones

El análisis de los cuatro textos, se hizo a partir de tres puntos fundamentales: en primer lugar, indagar si dentro de ellos se realiza un listado considerable para referir la clasificación de los isómeros y la reorganización que de ellos se puede hacer, atendiendo a la propuesta de Jensen; en segundo lugar, se examinó si dentro de los materiales didácticos se exponía el nivel estructural de las sustancias al que atiende la clasificación de los isómeros; y por último, se analizó si se relacionaba la historia con la epistemología del concepto para explicar los tipos de isómeros. En ese sentido, el análisis de los textos, no se hizo de forma individual sino como una comparación generalizada de cada texto a partir de las categorías e indicadores expuestos en la matriz de cada uno de ellos.

En el estudio de los cuatro textos es claro que estos exponen de forma indistinta y extensa las clases de isómeros, haciendo que ésta clasificación se tome ambigua y poco clara, de donde, es evidente, que para explicar los tipos de isomería no se acude a la clasificación propuesta por Jensen para este tipo de estructuras químicas: isómeros constitucionales, isómeros geométricos e isómeros de cristalización, sino que se enlistan varios tipos que pueden confundir a los lectores. Lo único y que es habitual encontrar en todos los textos son las estructuras moleculares de los isómeros representadas por modelos moleculares de esferas y bastones que ayudan a visualizar algunas diferencias estructurales, como es el caso de los isómeros cis y trans y de los estereoisómeros.

La revisión de los textos muestra que estos materiales didácticos hacen descripciones enciclopédicas cuando presentan las estructuras isoméricas, pero no manejan los conceptos de la estructura molecular para su clasificación. Solo presentan definiciones breves y concisas para la descripción que cada uno hace de la clasificación de los isómeros, es notorio observar que apoyan sus tesis y su discurso en el uso de modelos moleculares tridimensionales de representaciones de diferentes estructuras de los isómeros, pero no hacen énfasis en los conceptos de la estructura molecular que con estas herramientas didácticas se pueden deducir o explicar, ya que su implementación ayuda a abordar conceptos y teorías que se fortalecen desde el estudio de la estructura molecular y que concatenan temas como: composición, constitución, configuración y conformación molecular de las sustancias.

Por último, es contundente que aparte de la explicación de las clases de isómeros presentadas por los cuatro textos, no se hace ninguna vinculación histórica que apoye las bases conceptuales que se dieron con la aparición de entidades isocomposicionales y de los isómeros y no se muestran las experiencias y la actividad científica que se realizó en determinado momento para la clasificación de los isómeros. Asimismo, no se presentan los obstáculos epistemológicos que

surgieron cuando aparecieron diferentes tipos de isómeros y que obviamente atienden a los conceptos de la estructura molecular de las sustancias: composición, constitución, configuración y conformación.

Bibliografía

Gómez, A, R. (2008). Análisis Descriptivo de la Clasificación de los Isómeros en Libros de Texto Universitario: Un Problema de Orden Histórico – Epistemológico. Trabajo de Grado para optar al título de Licenciado en Química. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

González A, et al. (2004). Metodología de análisis de libros de texto de matemáticas. Los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 22 (3), 389 – 405.

Jensen, W. B. (1998). Logic, history and the chemistry textbooks I: Does chemistry have a logical structure? *Journal of Chemical Education*. 75 (3), 679-687.

Martínez, A. S. (2006). Historia de la Química Enseñanza de la Estructura Molecular. Trabajo de Grado para optar al título de Licenciado en Química. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.

Matthews, M.R. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 12 (2), 255 – 257