

“METACOGNICIÓN EN LA ENSEÑANZA Y EN EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS EN QUÍMICA ORGÁNICA”

Valentina Cadavid Alzate¹
Oscar Eugenio Tamayo Alzate²

RESUMEN

Esta investigación indaga el rol que cumple la metacognición en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química orgánica, se indaga al mismo tiempo, la relación que existe entre las habilidades viso-espaciales y el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas en estereoquímica. Para promover el aprendizaje de conceptos en estereoquímica se usaron herramientas de visualización molecular, incluyendo el uso de modelos físicos y de animaciones tridimensionales, se trabajó además, una serie de instrumentos de lápiz y papel, con la intención de que los estudiantes y el docente pudiesen conocer los procesos metacognitivos, llevados a cabo durante la resolución de ejercicios, en la unidad de estereoquímica. Finalmente se realiza una entrevista estructurada para conocer las opiniones de los estudiantes sobre la nueva metodología aplicada.

Palabras Claves: Procesos de enseñanza y aprendizaje, Metacognición, estereoquímica, inteligencia viso-espacial.

ABSTRAC

This research investigates the role that metacognition in the teaching and learning of organic chemistry, while it investigates the relationship between visual-spatial skills and performance of students in solving problems in stereochemistry. To promote the learning of concepts in stereochemistry were used molecular visualization tools, including the use of physical models and three-dimensional animations, is working well, a series of paper and pencil instruments, with the intention that students and teachers could know metacognitive processes, carried out during the resolution of exercises, in the unity of stereochemistry. We carried out a structured interview to elicit the views of students on the new methodology.

KEYWORDS: Teaching and Learning processes, Metacognition, stereochemistry, visuospatial intelligence.

¹ Universidad de Caldas / valentina.cadavid@ucaldas.edu.co

² Universidad de Caldas / oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

INTRODUCCIÓN

La estereoquímica es la rama de la química orgánica, que estudia la disposición espacial que asumen los átomos o grupos en un molécula orgánica o inorgánica; en este campo de la química se presentan importantes problemas de comprensión para los estudiantes, según Ferk, Vrtacnik & Andrej (2003) debido en parte a la alta exigencia cognitiva que se requiere. Durante un estudio previo sobre estereoquímica, inteligencia viso-espacial y procesos metacognitivos, se pudo evidenciar que las habilidades viso-espaciales de los estudiantes carecen de atención, durante el aprendizaje de conceptos que requieren estas habilidades para poder ser comprendidos adecuadamente, además, se concluye que los estudiantes no son conscientes de sus propios procesos cognitivos, aspecto importante para mejorar sus procesos de aprendizaje, (Osses & Jaramillo, 2008) plantean que a fin de potenciar el desarrollo de la metacognición, es necesario formar alumnos más conscientes y autónomos en sus aprendizajes, sin olvidar el aspecto motivacional y el contexto apropiado, en el desarrollo de las estrategias de aprendizaje.

Cabe resaltar que el docente tampoco conoce cuáles son los procesos de aprendizaje de sus estudiantes (Tamayo, 2007) propone que ningún profesor debe enfrentarse a un proceso de enseñanza y aprendizaje si no conoce en detalle cómo sus estudiantes aprenden lo que él les enseñara. Se pone de manifiesto, el reto de que el docente y el estudiante identifiquen los procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo durante el aprendizaje de conceptos científicos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBELMA

¿Cómo interviene la metacognición en el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos en estereoquímica?

REFERENTES TEÓRICOS

METACOGNICIÓN

La metacognición es especialmente importante para la educación y para la didáctica de las ciencias debido a que incide en la adquisición, comprensión, retención y aplicación de lo que se aprende; su influencia se da, además, sobre la eficacia del aprendizaje, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. El término metacognición fue introducido inicialmente por Flavell a principios de la década de los 70's en función de sus investigaciones sobre el desarrollo de los procesos de memoria; propuso dos procesos, constituyentes de la metacognición: el conocimiento sobre los propios procesos

cognoscitivos y la regulación de ellos por parte del individuo. De esta importante definición se deriva dos componentes o elementos centrales dentro del estudio de la metacognición:

1. Conocimiento.
2. Control/regulación de los procesos cognitivos.

Considera que el control de una amplia variedad de empresas cognitivas se produce a través de las acciones e interacciones entre cuatro clases de fenómenos (Flavell, 1979. Pág. 107):

a) Conocimiento metacognitivo: Es el segmento del conocimiento del mundo almacenado que tiene que ver con las personas como seres cognitivos y con sus diversas tareas, metas, acciones y experiencias cognitivas. Consciente principalmente, en el conocimiento de las creencias acerca de que factores o variables que actúan e interactúan para afectar el curso o el resultado de la empresa cognitiva. Existen tres grandes categorías de estas variables o factores (personales, tarea, estrategias)

La categoría personal: Abarca todo lo que puede creer sobre la naturaleza de sí mismo y de otras personas como de los procesos cognitivos. Además se pueden subcategorizar en creencias acerca de las diferencias intra-individuales, diferencias inter-individuales y universalidades de la cognición (propiedades universales de la cognición). Ejemplos de la primera y segunda categoría pueden ser respectivamente:

-La creencia de que tú puedes aprender mejor la mayoría de cosas escuchando que leyendo. (Intra-individuales)

- La creencia de que uno de tus amigos es más sensible socialmente que otros. (Inter-individual)

El siguiente ejemplo puede ser una creencia sobre las propiedades universales de la cognición que el niño podría adquirir gradualmente.

- Aprender que hay varios grados y tipos de comprensión (atender, recordar, comunicar, resolver de problema, etc.) (Propiedades universales de la cognición)

El autor considera que tales creencias tácitas juegan un rol importante en la empresa cognitiva de adultos y niños y la adquisición de estas creencias serian interesantes de estudiar.

b) Experiencias metacognitivas: Es cualquier experiencia afectiva o cognitiva consciente que acompañan y pertenecer a cualquier empresa intelectual. Flavell asume que el conocimiento metacognitivo y la experiencia metacognitiva difieren de otros tipos solamente en su contenido y función no es su forma o calidad

Plantea que la experiencia metacognitiva puede tener efectos importantes sobre las metas o tareas cognitivas, sobre el conocimiento metacognitivo y sobre las acciones o estrategias

cognitivas. Primero te puede llevar a establecer nuevas metas o revisar y abandonar las viejas. Las experiencias de perplejidad y fracaso pueden tener alguna de estos efectos. Segundo, las experiencias metacognitivas pueden afectar tu conocimiento metacognitivo agregando a la misma, revisión o eliminando de la misma. (Flavell 1979, Pág., 108)

c) Metas: Hace referencia a los objetivos de la empresa cognitiva.

d) Acciones: Se refiere a las cogniciones o otras comportamiento empleados para alcanzarlos.

Martí (1995) expone el segundo componente de la metacognición la regulación/control de los procesos cognitivos. Brown (1987) identifica tres procesos esenciales que se encargan de regular los procesos cognitivos:

- Planeación: Se manifiesta antes de resolver la tarea; consiste en anticipar las actividades; prever resultados, enumera pasos.
- El control (Monitoring): Se hace durante la ejecución de la tarea: verificación, rectificación, revisión de la estrategia empleada.
- Evaluación: Se hace la final de la tarea, evalúa los resultados de la estrategia seguida en términos de eficacia.

Kuhn (2000, Pág.178) propone que durante el curso de desarrollo prolongado, la metacognición se hace más explícita, más potente y efectiva cuando se trata de operar cada vez más bajo el control consciente del individuo. Mejorando (a) la conciencia metacognitiva de lo que uno cree y cómo uno se conoce y (b) control meta-estratégico en la aplicación de estrategias que procesan la información nueva es un objetivo importante de desarrollo para la educación. Lo anterior nos podría acercar a un tercer elemento a tener en cuenta dentro de la metacognición la conciencia, a la cual también hace referencia (Martí, 1995 Pág. 25) como uno de los aspectos de mayor importancia de la investigación metacognitiva, esenciales para el desarrollo y el aprendizaje. La importancia de la toma de consciencia como mecanismo de cambio en el desarrollo y como elemento esencial de muchos aprendizajes.

La integración de estos elementos durante la estructuración y elaboración de los planes de estudio diseñados por el docente, propiciará la creación de espacios educativos, donde prime la reflexión de los aprendizajes, permitiendo explorar: los tipos de conocimientos que se van obteniendo en el aula (Científicos Vs. cotidianos), cómo se está entiendo la tarea propuesta, qué conceptos son necesarios para comprender el tema, qué actividades me pueden ayudar a resolver la tarea, de cuánto tiempo se dispone, qué dificultades se están presentando y cómo se pueden superar, etc. Este tipo de cuestionamientos proporcionar información valiosa respecto a los factores que interviene en el aprendizaje de conceptos científicos, el docente tiene la oportunidad de evaluar y analizar las

estrategias y herramientas didácticas que usa en sus clases, en función de mejorar y fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Tamayo en el (2007) sostiene que la metacognición es especialmente importante para la educación y para la didáctica de las ciencias debido a que dirige el logro de aprendizajes en profundidad. Su influencia se da, además, sobre el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Está es una de las habilidades más importantes que definen el pensamiento científico. Lo anterior hace evidente la necesidad de incorporar a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química y en particular de la estereoquímica la metacognición, contribuyendo a una mejor comprensión de los diferentes temas estudiados y, a su vez, aportará datos empíricos necesarios para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Estereoquímica

Es la parte de la química que estudia la disposición espacial de los átomos y grupos que componen las moléculas, la química en tres dimensiones, además estudia cómo esta disposición interviene en las propiedades químicas, como: la reactividad de las moléculas, acoplamiento enzimático, etc. La estereoquímica brinda información importante sobre la composición, estructura y ubicación espacial de la molécula y sus sustituyentes; se ha convertido en un campo de gran interés para los químicos orgánicos debido a la importancia tanto biológica como farmacológica, que poseen un sin número de moleculares quirales.

Uno de los obstáculos más frecuentes durante la enseñanza y el aprendizaje de conceptos sobre estereoquímica, se debe al componente espacial que caracteriza dicha asignatura; el manejo de diferentes representaciones moleculares (dimensionales bidimensionales y tridimensionales), generan dificultades durante interpretación y transformación de la información que cada representación brinda, la rotación, visualización y diagramación de moléculas, son también habilidades que se deben desarrollar durante la intervención didáctica, ya que si no se brinda una adecuada orientación al estudiante no comprenderá tridimensional o dimensionalmente, cómo se representa una moléculas y sus sustituyentes. Con relación a lo antes planteado, es conveniente utilizar e implantar dentro del aula, la utilización de diferentes modelos moleculares y herramientas de visualización molecular, que permitan al estudiante tener diferentes visiones de las moléculas y de los fenómenos estudiados. Tamayo A.O, Estrada V. J, Morales J, Cadavid A. V (2008)

La habilidad de manipular y visualizar moléculas en 2D y 3D, suelen ser, puestas a prueba, en el momento en que se trabajan con los estudiantes, este tipo de ejercicios. La manipulación de modelos moleculares y la experiencia en el aprendizaje de la química, podría mejorar las habilidades viso-espaciales de los estudiantes (Hsin-Kai & Priti, 2004 Pág. 492)

Uno de los elementos importantes dentro del razonamiento espacial, se refiere a la capacidad de visualizar mentalmente objetos 2D indagando sobre cómo lucirían en 3D, esto hace parte de uno de los componentes conceptuales dentro del tema de estereoquímica.

Con base en las ideas expuestas anteriormente, se propone trabajar durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de conceptos en estereoquímica, el uso de modelos físicos de moléculas (herramienta de visualización molecular) y de animaciones tridimensionales, que permitan mejorar las habilidades espaciales de los estudiantes.

INTELIGENCIA ESPACIAL

Todos los objetos, formas, elementos y materiales con los cuales interactuamos diariamente son tridimensionales, esta característica particular y predominante enmarca la mayoría de actividades que realizamos; conformando una pieza primordial en el desarrollo y fortalecimiento de las habilidades espaciales de los sujetos; pero es además un predictor de fracaso o de éxito a nivel académico ya que en algunas disciplinas científicas, se requiere por parte del estudiante un dominio de los diferentes componentes que intervienen en la inteligencia espacial. Un estudio realizado por (Dori, & Barak, 2000 Pág. 192) concluyeron que el grupo experimental fue más capaz de definir y aplicar conceptos de isomería y grupos funcionales que el grupo control. Los estudiantes usaron principalmente dibujos, modelos de bolas y palos y algunos modelos de (space-filling), entendieron mejor el concepto del modelo y fueron capaces de aplicar transformaciones desde una dimensión a representaciones moleculares en 2D y 3D. La diferencia entre el grupo control y el experimental radica en la metodología usada durante las clases de química orgánica, el grupo control trabajó con una metodología tradicional y el experimental contó con el uso de modelos físicos y virtuales.

El cambio de paradigma, que Gardner (1983) en su libro estructuras de la mente, sobre ¿Qué es la inteligencia? ¿Se puede medir la inteligencia?, este autor propone un desarraigo inmediato frente al concepto de inteligencia, para poder así abordar un enfoque más amplio y humanista frente a lo que se puede llamar inteligencia. La prevalencia de la concepción tradicional sobre qué es inteligencia, aun invade muchas aulas de clase, además de preocupantes y nocivas, estas concepciones, generan obstáculos en los procesos de instrucción que van desde los grados inferiores hasta el nivel universitario. Sólo se podrá romper con estas concepciones sobre la inteligencia, en la medida en que los docentes puedan abordar enfoques más constructivistas en donde se integren elementos de tipo, cognitivo, social, cultural y comportamental, etc.; estos enfoques permiten develar los múltiples componentes que interviene dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Gardner (2001, versión en español, Pág.4) define la "inteligencia" como la capacidad de resolver problemas, o de crear productos, que sean valiosos en uno o más ambientes culturales. Plantea además que la inteligencia espacial se compone de las capacidades para percibir con exactitud el mundo visual, para realizar transformaciones y

modificaciones a las percepciones iniciales propias, y para recrear aspectos de la experiencia visual propia, incluso en ausencia de estímulos físicos. Basándonos en la definición otorga por este autor, el estudio se pretende indagar, qué componentes de la inteligencia espacial, se relacionan con el aprendizaje de la estereoquímica, tema que como se planteó anteriormente, requieren de un conocimiento visual-espacial, donde se analizan las relaciones espaciales que se establecen entre los átomos y grupos de las moléculas (Nivel microscópico) y las características particulares que presentan según dicha configuración espacial.

Cuando se le pide a un sujeto que manipule un objeto, que trate de dibujarlo o de dibujar cómo se vería desde otro punto de vista; o si por el contrario se le pidiera que lo girara y que posteriormente dibuje el giro, este tipo de actividades hacen parte de los componentes espacial, con los cuales nos relacionamos cotidianamente, por ejemplo cuando conducimos, cuando nos desplazamos de un lugar a otro y cuando tratamos de encontrar una dirección. En el caso particular de la enseñanza de la química orgánica, las habilidades para representar, transformar y percibir una molécula o una representación molecular, desempeñan un papel central en el desempeño o rendimiento académico del estudiante.

Los enunciados expuestos anteriormente nos conducen a un campo de la interesante de la matemática, el estudio de la geometría en las primeras etapas educativas y el desarrollo de las habilidades espaciales de los estudiantes. Entre las nociones geométricas elementales, se encuentra el análisis de las formas planas (Geometría euclidiana) algunas de ellas figuras son: el triángulo, el rectángulo, el círculo, etc., y las formas o cuerpos tridimensionales (Geometría del espacio) los sólidos platónicos: el tetraedro, el cubo, el dodecaedro, la simetría, los giros, cambios en la posición y orientación, etc. Estos componentes de la geometría, guardan una relación apreciable con algunos de los conceptos, que se estudian durante la enseñanza y el aprendizaje de la estereoquímica, por ejemplo: el empleo de diferentes representaciones moleculares 2D -3D 3D-2D el análisis de la simetría o asimetría de las moléculas (Imagen especular, quiralidad), los giros de moléculas para determinar y dar configuración absoluta (Nomenclatura R-S).

La idea planteada expone una relación entre el aprendizaje de la geometría espacial y el desarrollo de habilidades espaciales de los estudiantes en edades tempranas, preparándolos para su futura aplicación en situaciones más complejas y abstractas como lo es el aprendizaje de la química a un nivel microscópico. Para Marí (2009) la educación de la percepción del espacio es muy importante para el adecuado desarrollo motor, intelectual o afectivo del alumno y tendrá una fuerte repercusión en los demás aprendizajes escolares. Romero (2006) plantea que, esta inteligencia como capacidad, no representa un hecho dado sino que constituye una habilidad que puede desarrollarse mediante un programa de estimulación específico.

Son, pues los componentes y unidades de la Inteligencia espacial, mediadores en el desarrollo de la capacidad para comprender, entender y manipular el entorno

tridimensional en el cual estamos inmersos; tanto para los estudiantes como para los docentes estos elementos, deben constituir un referente, tanto teórico como práctico, a la hora de desarrollar actividades que involucren la manipulación, visualización, representación.

METODOLOGÍA

Enfoque de la Investigación

El diseño del estudio es mixto, integra un componente cualitativo de corte descriptivo comprensivo, se usará el software Atlas/ti herramienta informática cuyo objetivo es facilitar el análisis cualitativo de, principalmente, grandes volúmenes de datos textuales.

- Primera fase: Validación y aplicación pre-test Ideas previas de estereoquímica.
- Segunda fase: Aplicación y validación Unidad didáctica para la enseñanza de la estereoquímica.
- Tercera fase: Aplicación post-test estereoquímica.
- Cuarta fase: Clasificación, sistematización y análisis de los datos obtenidos.

UNIDAD DE TRABAJO

Estudiantes del programa de Licenciatura en Biología y Química que cursan Química Orgánica I (sexto semestre) de la Universidad de Caldas.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

En curso.

RESULTADOS ESPERADOS

Actualmente esta investigación se encuentra en curso y teniendo en cuenta las hipótesis planteadas, se espera encontrar una fuerte relación entre la instrucción metacognitiva y el logro de aprendizajes en estereoquímica; y su relación con algunos componentes de la inteligencia espacial, aspecto clave para que se dé un proceso de enseñanza y aprendizaje que promueva la metacognición en el aula y el currículo.

BIBLIOGRAFIA

Dori, Y., & Barak, M. (2000). *Computerized Molecular Modeling: Enhancing Meaningful Chemistry Learning*. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 185-192). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Flavell, J.H. (1979) "*Metacognition and cognitive Monitoring: A new area of cognitive Development inquiry*". *American Psychologist*, Vol. 34 No 10 pp. 906-911.

- Ferk, V., Vrtacnik, M. & Andrej, L. (2003) *Student`s understanding of molecular structure representation*. International Journal of Science Education, Vol. 25, No 10, pp. 1227-1245
- Gardner, H. (2001) *Estructura de la mente: teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo De Cultura Económica LTDA. Impreso En Colombia. ISBN: 958-38-0063-5
- Kuhn, D. (200) *Metacognitive Development*. American Psychologist, Vol. Vol.9 No 5 pp. 178-181
- Hsin-Kai, W. & Priti.S (2004) *Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning*. Science Education, Vol.88 n3 pp.465-492.
- Martí, E. (1995) "*Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto*". Infancia y aprendizaje. Vol. 72 Pág. 9-32.
- Marí, J.L (2009). *Evolución de la percepción espacial en la educación primaria-Elementos formas y relaciones geométricas en el entorno*. Tema 24. La geometría en la educación primaria. Profesor de didáctica de las matemáticas. Universidad de Málaga. Obtenida el 1 de marzo de 2011, de <http://maestrosde.blogspot.com/2012/05/tema-24-geometria-en-educacion-primaria.html>
- Osses, S. & Jaramillo, S. (2008) *Metacognición: un camino para aprender a aprender*. Estudios Pedagógicos XXXIV, No. 1, Pág.187-197
- Tamayo, O.E. (2007) *La reflexión metacognitiva en el aprendizaje de conceptos científicos*. Novedades educativas. Número 192/193. Diciembre 2006/Enero 2007