

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

Valentina Cadavid Alzate  
*Universidad de Caldas*  
valentina.cadavid@ucaldas.edu.co

Oscar Eugenio Tamayo Alzate  
*Universidad de Caldas*  
oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

**RESUMEN:** Esta investigación indaga el rol que cumple la metacognición y la Inteligencia Viso-espacial en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química orgánica. Se estudia la relación que existe entre las habilidades viso-espaciales y el desempeño de los estudiantes en la solución de ejercicios en estereoquímica, los cuales se caracterizan por su alto contenido espacial. Para promover el aprendizaje de conceptos en estereoquímica al nivel Microscópico y Simbólico, se emplearon diferentes herramientas de visualización como: los modelos físicos de moléculas, animaciones tridimensionales y el uso de diversas representaciones moleculares; con el fin de fomentar lo que Mathewson (1998) considera como “cognición viso-espacial”, elemento que debe ser considerado durante la enseñanza de las ciencias. Para determinar los procesos metacognitivos llevados a cabo por los estudiantes al momento de resolver ejercicios en estereoquímica, se diseñó una serie de instrumentos de lápiz y papel los cuales incluían preguntas metacognitivas, cuyo propósito era conocer los procesos cognitivos implicados en la solución de los ejercicios planteados. Finalmente se realiza una entrevista estructurada para conocer las opiniones de los estudiantes respecto a la nueva metodología aplicada.

**ABSTRAC:** This research investigates the role that metacognition and visuospatial intelligence in the teaching and learning of organic chemistry. We study the relationship between visual-spatial skills and performance of students in solving problems in stereochemistry, which are characterized by high spatial content. To promote the learning of concepts in stereochemistry at the microscopic and symbolic level, we employ different visualization tools as physical models of molecules, three-dimensional animations and the use of various molecular representations, in order to foster what Mathewson (1998) considers as “visuospatial cognition”, an element that should be considered during the teaching of science. To determine metacognitive processes undertaken by students when solving exercises in stereochemistry, we designed a series of paper and pencil instrument which included metacognitive questions, whose purpose was to understand the cognitive processes involved in solving the exercises. We carried out a structured interview to elicit the views of students on the new methodology.

**PALABRAS CLAVE:** Procesos de enseñanza y aprendizaje, Metacognición, estereoquímica, inteligencia viso-espacial.

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

---

## 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 realizado en la Universidad de Caldas, se pudo evidenciar que las habilidades viso-espaciales de los estudiantes son restringidas y adicionalmente no son tenidas en cuenta durante la enseñanza de conceptos que requieren estas habilidades para poder ser comprendidos adecuadamente. 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.

## OBJETIVOS

- Conocer los procesos metacognitivos que llevan a cabo los estudiantes mientras resuelven problemas en estereoquímica.
- Identificar que componentes de las habilidades viso-espacial interviene en el aprendizaje de la estereoquímica.

## MARCO TEÓRICO

### 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 (Tamayo, 2007). El termino metacognición fue introducido inicialmente por Jhon Flavell en la década de los años 70, define la metacognición como “el conocimiento que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o de cualquier otro asunto relacionado con ellos” (Flavell, 1979: 107). El autor establece que el control de una amplia variedad de empresas cognitivas se produce a través de las acciones e interacciones entre cuatro clases de fenómenos conocimiento metacognitivo, las tareas, las estrategias y las experiencias metacognitivas. Estas definiciones permiten establecer los componentes principales de la metacognición el conocimiento y el control.

Schraw & Moshman (1995: 352-353) señalan que “El conocimiento de la cognición se refiere a lo que las personas saben acerca de su propia cognición o sobre la cognición en general”. Los autores exponen al menos tres tipos diferentes de conocimiento: declarativo, procedimental y condicional.

Conocimiento declarativo: Incluye el conocimiento acerca de uno mismo como aprendiz y sobre los factores que influyen en su desempeño.

Conocimiento procedimental: Se refiere al conocimiento acerca de la ejecución de las habilidades procedimentales. Mucho de este conocimiento se representa como heurístico y de estrategias (Schraw, 1998: 114) Schraw & Moshman, (1995: 353) sostienen que “Desde un punto de vista didáctico, varios estudios indican que ayudar a los estudiantes más jóvenes a aumentar su conocimiento procedimental mejora su rendimiento para resolver problemas”.

Conocimiento condicional: Se refiere al conocimiento sobre cuándo y por qué. Permite a los estudiantes adaptarse a las cambiantes demandas situacionales de cada tarea de aprendizaje (Schraw, 1998: 114).

---

Brown & Palincsar (1987:66) para ilustrar la regulación de la actividad cognitiva, proponen el siguiente ejemplo: Un estudiante que indica que es necesario prepararse de manera diferente para un examen fácil que para un test de múltiples respuestas está reflejando conocimiento metacognitivo. El mismo estudiante que (planea) un enfoque para estudiar, por ejemplo parafraseando el texto mientras está leyendo, (monitorea) la eficacia de ese enfoque de trabajo, y (evalúa) los resultados de tal plan, está abordando la regulación de la cognición.

## **Estereoquímica**

Es una rama de la química que estudia la disposición espacial relativa de los átomos o grupos que componen las moléculas inorgánicas y orgánicas, se puede denominar como el estudio de la química en tres dimensiones; así mismo estudia cómo esta disposición define las propiedades químicas de ciertos compuestos: la reactividad de las moléculas, el acoplamiento enzimático, la estereoespecificidad y la efectividad de un medicamento. La estereoquímica brinda información importante sobre la composición, estructura y ubicación espacial de la molécula.

## **Inteligencia Viso-espacial**

Todos los objetos, formas, elementos y materiales con los cuales interactuamos diariamente son tridimensionales, está característica particular y predominante enmarca la mayoría de actividades que realizamos (desplazarnos hacia nuestros hogares o sitios de estudio y de trabajo, conducir un carro, leer un mapa u orientarse en la ciudad donde vivimos), las cuales contribuyen al desarrollo de las habilidades espaciales de los sujetos durante toda su vida; influyendo de igual manera en el fracaso o éxito académico, ya que en algunas disciplinas científicas, se requiere por parte de los estudiante un dominio de los diferentes componentes que intervienen en la inteligencia espacial.

Garder (2001:141) define la inteligencia espacial como “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”. Tomando como referencia la definición otorga por el autor, y reconociendo el papel de las imágenes dentro del pensamiento humano y especialmente su contribución en el desarrollo de diversas teorías científicas (Gardner, 2001, Gilbert, 2007). Para el estudio de la estereoquímica tomamos como referencia lo que significa para Mathewson (1998: 34) el “pensamiento viso-espacial el cual incluye la visión-uso de los ojos para identificar, localizar y pensar sobre los objetos y sobre nosotros mismos en el mundo, la formación, inspección, transformación y mantenimiento de las imágenes en la mente en ausencia de un estímulo visual”. El aprendizaje de la estereoquímica requiere el desarrollo de las habilidades para representar, transformar y percibir una molécula o una representación molecular incluso en ausencia de un objeto físico, estas habilidades cumplen un rol central en el desempeño de los estudiantes mientras resuelven ejercicios espaciales.

## **METODOLOGÍA**

El diseño del estudio es cualitativo de corte descriptivo-comprensivo. El análisis codificación e interpretación de los datos se realizó por medio del software Atlas/ti. Para conocer que procesos metacognitivos realizaban los estudiantes mientras resolvían ejercicios en estereoquímica y para determinar conjuntamente las habilidades viso-espaciales que se relacionan con su aprendizaje se elaboró una serie de Preguntas Metacognitivas en el tema de Estereoquímica (PMEQ). Durante la Unidad didáctica de

estereoquímica se aplicaron 9 instrumentos de lápiz y papel los cuales incluían una serie de preguntas cortas (Campanario, 2000) que debían ser resueltas durante un tiempo determinado y de manera individual.

## UNIDAD DE TRABAJO

Estudiantes de sexto semestre de la Licenciatura en Biología y Química, del curso de Química Orgánica I de la Universidad de Caldas.

## RESULTADOS

Se presenta a continuación un análisis de caso (figura.1), donde presenta la relación que se establece entre los procesos metacognitivos llevados a cabo por el estudiante (1) durante la solución de ejercicios en estereoquímica; esta información nos permitió conocer los factores positivos y negativos que influyen en el aprendizaje y su relación con las habilidades viso-espaciales. Se encontró una respuesta positiva por parte de los estudiantes frente a la nueva metodología empleada para la enseñanza de la estereoquímica la cual incluía el uso de modelos físicos de moléculas, etc.

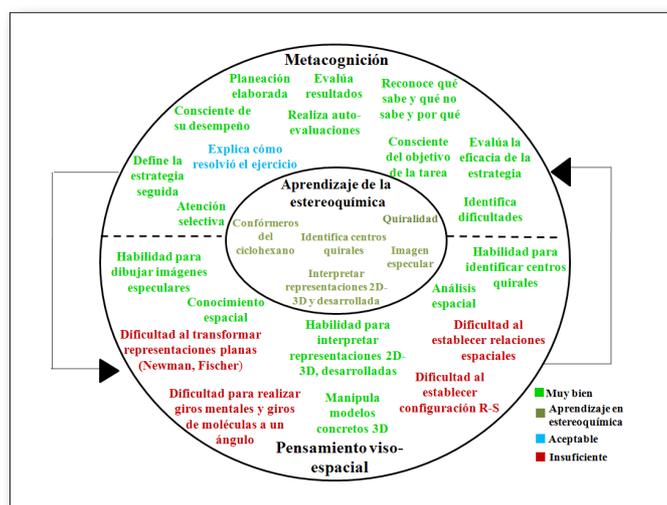


Fig. 1. Relación Metacognición- Pensamiento viso-espacial y aprendizaje de la estereoquímica

## CONCLUSIONES

El análisis de los procesos metacognitivos permitió identificar las relaciones que se establecen entre el conocimiento que una persona tiene sobre sus procesos cognitivo y la regulación que puede ejercer (Flavell, 1987; Schraw & Moshman, 1995), así mismo Flavell establece que estas experiencias metacognitivas le brindan la oportunidad al estudiante de hacer un análisis consciente del proceso que realiza y de su desempeño.

Con relación al pensamiento viso-espacial y el aprendizaje de la estereoquímica se encontró evidencia que respalda dicha relación (Harley & Towns, 2011), para el aprendizaje y solución de ejercicios en estereoquímica; se halló, que la habilidad del estudiantes para interpretar cierto tipo de represen-

---

taciones moleculares (Dimensional, desarrollada, tridimensional, etc.) se deriva del conocimiento y análisis espacial que posee y que ha desarrollado a través de diferentes cursos de química; la dificultad que presenta representaciones (Fischer Newman) se relaciona con el alto componente espacial que la caracteriza (Padalkar & Hegarty, 2012). Respecto a las tareas que requieren las transformaciones dinámicas (giros mentales, giro a diferentes ángulos) asociadas así mismo con el proceso de visualización. Encontramos que el principal obstáculo que presenta el estudiante se relaciona con el establecimiento de las nuevas relaciones espaciales (Briggs y Bodner, 2005) que se generan producto de estas transformaciones; lo cual no lleva a considerar la importancia del uso de modelos físicos (Gilbert, 2007) de moléculas como un ayuda didáctica para comprender las características tridimensionales de las moléculas.

Respecto al aprendizaje de los conceptos en estereoquímica, el estudiante tuvo un desempeño (+) en las siguientes tareas: Identificar y dibujar la imagen especular de una moléculas, dibujar y establecer las conformaciones del ciclohexano, identificar centros quirales o estereogénicos y la interpretaciones de representaciones (Dimensional, desarrollada, tridimensional, etc.)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, D.A. y Palincsar, A. S. (1987) Enhancing Instructional Time Through Attention to Metacognition. *Journal of Learning Disabilities*, 20 (2), pp.66-75
- Briggs & Bonder (2005). A model of molecular Visualization. *Visualization in Science Education*, p.p. 90-105. Jhon K. Gilbert edition.
- Campanario, J.M (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), pp. 369-380
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive Monitoring: A new area of cognitive Development inquiry". *American Psychologist*, 34 (10) pp. 906-911.
- Ferk, V., Vrtacnik, M. & Andrej, L. (2003). Student`s understanding of molecular structure representation. *International Journal of Science Education*, 25 (10), pp. 1227-1245
- Gardner, H. (2001). *Estructura de la mente: teoría de las inteligencias múltiples*. Colombia: Fondo De Cultura Económica.
- Gilbert, J.K (2007). VISUALIZATION: A METACOGNITIVE SKILL IN SCIENCE AND SCIENCE EDUCATION. *Visualization in Science Education*. Springer, pp. 9-27 Cap.1
- Harle, M. & Towns, M. (2011) A Review of Spatial Ability Literature, Its Connection to Chemistry, and Implications for Instruction. *Journal of Chemical. Education*, 88 (3), pp. 351–360.
- Mathewson, J.H (1998). Visual-Spatial Thinking: An aspect overlooked by educators. *Science Education*, 83, pp.33-55
- Padalkar & Hegarty (2012).Improving Representational Competence in Chemistry with Model-Base Feedback. *Proceeding of Cogsci 2012: 34Th Annual Conference of the cognitive Science*. pp. 2162-2167
- Schraw, G. y Moshman, D (1995). Metacognitive Theories. *Educational Psychology Review*, 7, (4), pp.351-371
- Tamayo, O.E. (2007). La reflexión metacognitiva en el aprendizaje de conceptos científicos. *Novedades educativas*, 192/193, pp106-112