



Relación entre los juicios metacognitivos y los niveles de representación en la enseñanza de la Química*

Relationship Between Metacognitive Judgments and Levels of Representation in Chemistry Teaching

Relação entre os julgamentos metacognitivos e os níveis de representação no ensino da química

Yesica Alejandra Marín-Giraldo** 

Oscar Eugenio Tamayo-Álzate*** 

Para citar este artículo: Marín-Giraldo, Y.A. y Tamayo-Álzate, O. E. (2024). Relación entre los juicios metacognitivos y los niveles de representación en la Enseñanza de la Química. *Revista Colombiana de Educación*, (93), 240-260. <https://doi.org/10.17227/rce.num93-19398>



Recibido: 25/05/2023
Evaluado: 20/02/2024

* Este producto corresponde al Programa Reconstrucción del Tejido Social en Zonas de Posconflicto en Colombia, código SIGP, Programa: 57579. Financiado por el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas, contrato núm. 213-2018, Código 58960.

** Magister en Educación. Docente del departamento de Estudios educativos, Universidad de Caldas. yesica.marin@ucaldas.edu.co

*** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universitat Autònoma de Barcelona. Docente del departamento de Estudios educativos, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia) oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

Resumen

Comprender el papel de los juicios metacognitivos en la enseñanza de las ciencias puede aportar de manera importante a cualificar los procesos educativos. Presentamos algunas de las relaciones existentes entre dos categorías teóricas importantes en la educación: los juicios metacognitivos y la Enseñanza de la Química desde la perspectiva de los niveles de representación. La investigación se realizó con profesores en formación de un programa de licenciatura en Ciencias Naturales de una universidad pública colombiana, a través de un diseño de investigación cualitativo concretado en un estudio de caso único. Los principales resultados indican la necesidad de insistir en la formación de maestros en el campo metacognitivo y su influencia en la cualificación en los procesos de Enseñanza de la Química.

Palabras clave

juicios metacognitivos; niveles de representación; química; enseñanza

Keywords

metacognitive judgment;
representative levels;
chemistry; teaching

Abstract

Understanding the role of metacognitive judgments in science education can significantly contribute to improving educational processes. We present some of the relationships between two important theoretical categories in education: metacognitive judgments and the teaching of chemistry from the perspective of levels of representation. The research was conducted with trainee teachers in a natural sciences bachelor's program at a Colombian public university, using a qualitative research design concretized in a single case study. The main results indicate the need to emphasize teacher training in the metacognitive field and its influence on enhancing the processes of chemistry teaching.

Resumo

Compreender o papel dos julgamentos metacognitivos no ensino das ciências pode contribuir significativamente para a qualificação dos processos educacionais. Apresentamos algumas das relações existentes entre duas categorias teóricas importantes na educação: os julgamentos metacognitivos e o ensino da química ob a perspectiva dos níveis de representação. A pesquisa foi realizada com professores estagiários de um curso de Licenciatura em Ciências Naturais de uma universidade pública colombiana, utilizando um design de pesquisa qualitativa concretizado em um estudo de caso único. Os principais resultados indicam a necessidade de insistir na formação de professores no campo metacognitivo e sua influência na qualificação dos processos de ensino da química.

Palavras-chave

julgamentos metacognitivos;
níveis de representação;
química; ensino

Introducción

Nuestro interés es comprender algunas de las relaciones entre los juicios metacognitivos y los niveles de representación en la enseñanza de la química en profesores en formación inicial. Para ello, destacamos, en primer lugar, los trabajos seminales en metacognición (Flavell, 1987; Martí, 1995) y, asimismo, el reconocimiento de desarrollos más recientes sobre el papel de los procesos de calibración, particularmente los juicios metacognitivos, en la enseñanza de las ciencias (Dunlosky y Thiede, 2013; Gutiérrez, 2012; Schraw y Gutiérrez, 2015; Tamayo, 2006; Montoya *et al.*, 2021). En segundo lugar, presentamos algunos conceptos sobre la importancia de los niveles de representación en la enseñanza y el aprendizaje de la química. Una vez descritos los aspectos generales sobre juicios metacognitivos y niveles de representación en química, destacamos algunos resultados de investigación derivados del estudio de un caso en el que relacionamos estas dos categorías en el proceso de enseñanza de la química efectuado por el profesor en formación inicial.

Metacognición y juicios metacognitivos

La metacognición se ha constituido en las pasadas décadas como una de las categorías más investigada en el contexto educativo. Desde los trabajos seminales que Flavell adelantó en los años setenta y ochenta, tres dimensiones se han consolidado: conocimiento metacognitivo, conciencia metacognitiva y regulación (Martí, 1995; Tamayo, 2006). Sin duda, los desarrollos y el impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje han sido valiosos y han logrado transformaciones importantes en diversas comunidades que tienen por su objeto de estudio esos procesos. Sin embargo, puede señalarse una crítica en relación con comprensiones globales, también denominadas *molares*, sobre las categorías tipo de conocimiento, regulación y conciencia. Lo anterior ha generado cierto giro hacia estudios más finos que profundizan en aspectos más atómicos sobre las comprensiones y aplicaciones de la metacognición en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Dunlosky y Thiede, 2013; Montoya, 2021; Gutiérrez, 2012; Schraw y Gutiérrez, 2015). En esta línea de pensamiento, son los procesos de calibración metacognitiva y los juicios metacognitivos particularmente importantes en función de comprender con más detalle los procesos de aprendizaje; aspectos esbozados a continuación.

De especial importancia para el aprendizaje son aquellos procesos vinculados con la regulación metacognitiva, referida al conjunto de actividades de planeación, monitoreo y evaluación al ejecutar cierta tarea (Browm, 1987; Martí, 1995). La *planeación* implica la selección de estrategias apropiadas y la localización de factores que afectan el rendimiento:

predicción, estrategias de secuenciación, y manejo del tiempo y de la atención selectiva antes de realizar la tarea. Entendemos el *monitoreo metacognitivo* como el seguimiento que el estudiante realiza durante el aprendizaje. Es una acción de toma de conciencia realizada por el estudiante sobre sí mismo y sobre sus propios recursos cognitivos al aprender, que implica el desarrollo de un estado de alerta con su propio conocimiento y capacidad para regular de manera intencionada y consciente su aprendizaje (Montoya *et al.*, 2021; Montoya, 2021; Winne y Azevedo, 2014; Winne y Marzouk, 2019). Entre las cualidades de un buen monitoreo metacognitivo se han descrito: detectar errores, identificar las demandas de la tarea, precisar las estrategias de aprendizaje a seguir, optimizar procesos posteriores de aprendizaje, así como lograr mayor confianza y precisión de los juicios metacognitivos (Wang y Sperling, 2021; Winne y Azevedo, 2014). La *evaluación*, efectuada al final de la tarea, se refiere a la naturaleza de las acciones y decisiones tomadas por el aprendiz; evalúa los resultados de las estrategias seguidas en términos de eficacia.

La calibración metacognitiva se relaciona con la capacidad de juzgar con precisión el desempeño del estudiante en la tarea de aprendizaje (Montoya, 2021; Zimmerman, 2008), lo cual permite que los estudiantes regulen su desempeño a lo largo del proceso de aprendizaje. La calibración hace referencia al proceso de eliminación de la discrepancia entre el desempeño percibido y el desempeño real en una tarea. En otras palabras, alude al encuentro entre dos instancias: la percepción del desempeño en la tarea y el desempeño real; en ese sentido, se constituye en determinante para el logro de aprendizajes profundos, así como para el rendimiento académico, dada su importancia en la selección de estrategias y habilidades cognitivas y metacognitivas requeridas para lograrlos (Bol y Garner, 2011; Ots, 2013).

Acerca de la evaluación de la calibración, se han propuesto diferentes perspectivas que tienen como propósito general lograr mejores comprensiones sobre la validez de dichos procesos (Alexander, 2013; Mengelkamp y Bannert, 2009; Dunlosky y Thiede, 2013). Sin adentrarnos en estas valiosas discusiones, conviene señalar que entendemos por precisión de la calibración la magnitud de la discrepancia (Schraw, 2009a) entre el conocimiento percibido y el conocimiento real cuando se evalúa el desempeño en una tarea específica, lo cual puede hacerse a partir de los juicios metacognitivos.

En el contexto de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los juicios metacognitivos favorecen la capacidad de agencia de los estudiantes (Estany, 2013); asimismo, promueven el monitoreo metacognitivo efectivo y la metacomprensión (Dunlosky y Metcalfe, 2009; Hacker *et al.*, 2009; Schraw, 2009a; Winne y Azevedo, 2014). Se asume que cuando los estudiantes son capaces de emitir un juicio más preciso sobre su desempeño real, identifican lo que saben y lo que no saben; en consecuencia, pueden

utilizar de manera más eficiente sus recursos cognitivos para aprender (Dunlosky *et al.*, 2019; Gutiérrez y Schraw, 2015; Gutierrez y Price, 2017; Montoya *et al.*, 2021). Desde la perspectiva de la enseñanza, las habilidades metacognitivas desplegadas por los profesores inciden positivamente en los procesos de aprendizaje en los estudiantes (Alt y Raichel, 2020; Efkliides, 2014; Sinatra y Pintrich, 2003; Veenman, 2016).

Los juicios metacognitivos se han estudiado en relación con el momento en que son empleados al resolver una tarea (Schraw, 2009b); de tal manera que los juicios prospectivos se refieren al juicio del estudiante antes de efectuar la tarea; los juicios concurrentes, durante la ejecución de la tarea, y los juicios retrospectivos, después de completar una tarea. El propósito final en el estudio de los juicios metacognitivos en el contexto de la educación es eliminar la discrepancia en el estudiante entre el conocimiento percibido y el conocimiento real y para ello se han propuesto, entre otros: juicios de sensación de conocimiento (FOK, por su sigla en inglés), juicios de facilitación del aprendizaje (EOL, por su sigla en inglés), juicios de aprendizaje (JOL, por su sigla en inglés) (Tamayo *et al.*, 2023).

A manera de síntesis, los juicios metacognitivos se refieren a las creencias, conocimientos y habilidades que los estudiantes emplean para autorregularse en distintas fases de una tarea: antes de iniciarla, mientras la realizan y después de completarla. Mientras los estudios de calibración se refieren al grado de exactitud entre el desempeño alcanzado y el esperado (Buratti y Allwood, 2015; Gutiérrez y Schraw, 2015; Montoya, 2021; Peña Ayala y Cárdenas, 2015). Parece claro, entonces, que la calibración del desempeño realizado por los estudiantes permite procesos de aprendizaje y desempeño más cualificados. A medida que los estudiantes trabajan en función del logro de sus objetivos, ajustan tanto sus estrategias como la asignación de recursos a medida que monitorean su éxito (Pintrich, 2004). Los estudiantes que identifican que no están realizando de manera apropiada las acciones para la resolución de la tarea, intentarán rectificar la situación ejerciendo control.

Si bien dentro del campo de la metacognición existen diferentes perspectivas teóricas, el estudio de los procesos de calibración (Gutiérrez, 2012; Winne y Acevedo, 2014, Shraw y Gutiérrez, 2015) y de los juicios metacognitivos como predictores del aprendizaje, se consideran fundamentales actualmente. Los juicios metacognitivos permiten que el individuo tenga un efecto causal sobre el procesamiento de la información y la conducta. Esta consideración ha sido formulada en términos de los efectos sobre el monitoreo y el control (Dunlonsky y Thiede, 2013). Es decir, que los juicios metacognitivos permiten que el individuo haga un análisis del aprendizaje a partir de lo que sabe, lo que puede saber y lo que cree que puede saber, pero que no sabe, acerca de un tema. Además, el sujeto a partir de juicios metacognitivos puede verificar la validez de las fuentes

de información a partir de las diferentes opciones que se le presenten y entre las que debe escoger la información correcta. El aprendizaje de las ciencias (biología, química, física) en estudiantes de Educación Básica Secundaria hipotéticamente sería de mayor calidad si ellos incorporan los juicios metacognitivos durante el aprendizaje.

Niveles de representación

Aprender ciencias implica la construcción y reconstrucción, de manera intencionada y consciente, de teorías científicas en sistemas de representación tanto internos como externos (Duval, 2017); los primeros van ligados a cómo se piensa el mundo, mientras que los segundos, a cómo se exteriorizan esas representaciones internas. Desde la didáctica, con las representaciones externas se puede dar cuenta de lo que el estudiante ha aprendido sobre el fenómeno estudiado en clase; además, estas representaciones permiten tanto la construcción como la comunicación del fenómeno estudiado.

Aprender química implica, además de muchos otros aspectos, el reconocimiento de tres niveles de representación: macro, submicro y simbólico (Jhonstone, 1991). En el nivel macro se representa el fenómeno con los órganos de los sentidos (o sus extensiones sensoriales); este es un nivel descriptivo y funcional en el que se experimentan, observan y describen los fenómenos. En función de la construcción de conocimiento científico, este nivel de representación supone desafíos en cuanto al paso de la información perceptual a la construcción de la explicación científica (Nakamatsu, 2012), dado que el estudio de la materia y sus transformaciones son ya abstracciones alejadas de los fenómenos que percibimos mediante nuestros órganos de los sentidos (Taber, 2012; Talanquer, 2009).

En el nivel submicro se describen los fenómenos en perspectiva eléctrica y molecular. Ello exige una comprensión discontinua de la materia en la que se describe tanto el movimiento de partículas como electrones, átomos, moléculas, como las interacciones sucedidas entre ellas. La importancia de este nivel de representación reside en el logro de explicaciones/comprensiones de los fenómenos con la incorporación de las dimensiones molecular y eléctrica, no presentes en el acercamiento propio del nivel macroscópico o fenoménico. Además de lo ya señalado, este nivel sirve para comprender el mundo material en términos de cambios en sus propiedades; para ello se propone la descripción del fenómeno utilizando representaciones simbólicas con mayor grado de libertad. Por ejemplo, para explicar un enlace químico se pueden emplear representaciones visuales, diagramas o gráficos o modelos tridimensionales (Gilbert y Treagust, 2009). Las explicaciones en el nivel submicro plantean retos para

los estudiantes en función de reconocer la naturaleza corpuscular de la materia (Taber, 2012), así como los comportamientos diferenciados según distintos estados de agregación.

En el nivel simbólico se expresan los fenómenos químicos representados en los niveles macroscópico y submicro mediante imágenes, símbolos químicos, álgebra, diagramas, fórmulas, ecuaciones químicas, signos, reacciones, símbolos para denotar la electronegatividad, los estados de agregación, la dirección de una reacción, aromaticidad, mecanismos de reacción, síntesis química, entre otros (Gilbert *et al.*, 2003; Gilbert y Treagust, 2009; Del Pozo y Borquez, 2016; Talanquer, 2011). La importancia de este nivel de representación se centra en el uso riguroso de los lenguajes y recursos representacionales propios de la química y, a su vez, es esta sintaxis la que hace posible, en gran parte, recoger la historia del campo, así como permitir la comunicación entre la comunidad de químicos(as) y con otras comunidades académicas.

Entre las principales dificultades descritas para el empleo de estos niveles de representación se señalan: una enseñanza que prioriza el nivel simbólico con el uso de fórmulas y símbolos para la resolución de problemas a expensas de los niveles fenoménico y submicro; la difícil conexión entre los tres niveles tanto en los procesos de enseñanza como de aprendizaje; las pocas conexiones entre lo enseñado en las aulas y los problemas sociocientíficos, lo que ha llevado a una enseñanza descontextualizada (Johnstone, 2000); la falta de experiencia en nivel macroscópico (Gilbert y Treagust 2009); la dificultad para visualizar las entidades cuando se representan en el nivel submicro (Ordenes *et al.*, 2014); la falta de comprensión de las convenciones usadas a nivel simbólico (Matus *et al.*, 2008), y la dificultad para moverse entre los tres niveles representacionales (Nakamatsu, 2012).

El uso de los niveles de representación en la enseñanza de la química puede aportar a la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas en las aulas de clase, a la cualificación en los aprendizajes logrados y a mejorar el interés de los estudiantes por este campo del conocimiento (Pozo y Gómez, 2005; Thomas y McRobbie, 2013, p. 300). Centrar la enseñanza de la ciencia escolar en la exigencia del manejo simultáneo de los tres niveles (Cutrera y Stipcich, 2016) constituye, según Jhonstone (2000), un aspecto central sobre el cual debería reflexionarse al analizar la complejidad subyacente a la enseñanza y al aprendizaje de la disciplina. En este sentido, nos proponemos comprender algunas relaciones entre los juicios metacognitivos y los niveles de representación en la enseñanza de la química en profesores en formación inicial; para ello, nuestra pregunta de investigación orientadora fue “¿Cómo se relacionan los juicios metacognitivos y los niveles de representación durante la enseñanza de la química en docentes en formación inicial?”.

Metodología

Esta investigación tuvo como objetivo central comprender cómo interactúan los juicios metacognitivos y los niveles de representación durante la enseñanza de la química en profesores en formación inicial. Realizamos una intervención de aula en la que participaron 25 estudiantes que cursaban octavo semestre en el curso de Didáctica Especial de la Química, de un programa de Licenciatura en Ciencias Exactas y Naturales, de una universidad pública colombiana. Del conjunto de los estudiantes se seleccionó uno al azar, el cual se constituyó en el caso reportado en esta investigación. Todos los estudiantes firmaron su consentimiento informado para la participación en la investigación. A continuación, describimos el proceso general seguido:

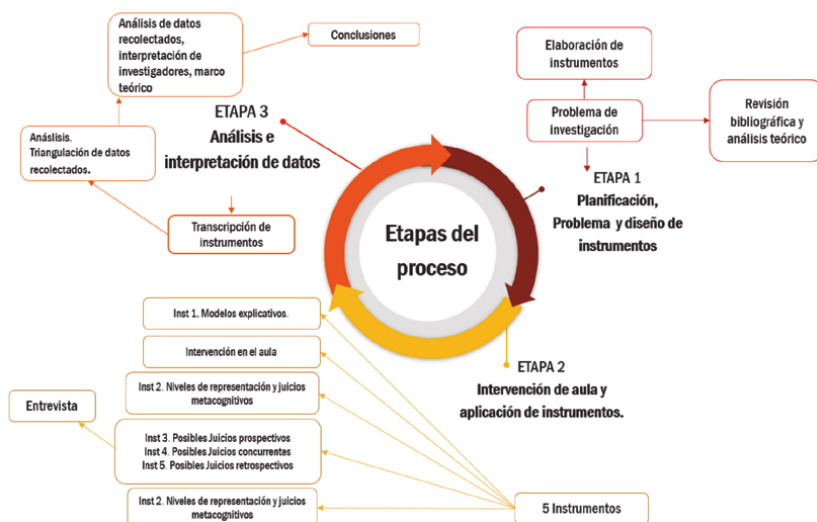
1. Aplicación de cuestionario inicial para explorar posibles relaciones entre niveles de representación y juicios metacognitivos en los estudiantes.
2. *Diseño de una unidad didáctica.* Se realizó un proceso de formación docente a los 25 docentes en formación inicial del curso de Didáctica Especial de la Química durante 16 semanas, con temas cómo modelización, transposición didáctica, niveles de representación, cuestiones sociocientíficas, metacognición, juicios metacognitivos, con énfasis en las categorías centrales investigadas. Los docentes en formación inicial se organizaron en subgrupos de trabajo entre dos y tres sujetos, quienes elaboraron una unidad didáctica sobre un fenómeno químico de su elección.
3. *Desarrollo del proceso de enseñanza.* Una vez diseñada la unidad didáctica, uno de los estudiantes del subgrupo, escogido al azar, impartió su clase demostrativa, la cual fue video grabada. La unidad didáctica tuvo diferentes etapas (véase figura 1) en las cuales se aplicaron varios instrumentos (véase tabla 1).
4. *Entrevista semiestructurada.* Una vez concluida la actividad de enseñanza se realizó una entrevista que exploró la relación entre juicios concurrentes y el uso de niveles de representación en química en los profesores en formación inicial.
5. *Evaluación de juicios metacognitivos retrospectivos.* Instrumento orientado a valorar el desempeño sobre las categorías investigadas, una vez concluida la clase realizada por el profesor en formación inicial.

A lo largo del semestre académico se emplearon cinco instrumentos de lápiz y papel, que incluían preguntas abiertas y de tipo Likert, cada uno con su correspondiente justificación. Además, se llevó a cabo una entrevista sobre el proceso de enseñanza realizado por los docentes en

formación, en la cual se solicitó argumentar lo realizado (véase figura 1). El primer instrumento, denominado “Modelos explicativos”, consistió en preguntas, como: “Represente el fenómeno químico seleccionado de tres formas diferentes”. El segundo instrumento, “Niveles de representación y juicios metacognitivos”, contenía instrucciones como: “Represente en el nivel simbólico el fenómeno químico elegido. ¿Considero que mi representación simbólica del fenómeno es adecuada? Justifico mi respuesta”. El tercer instrumento, “Posibles juicios prospectivos”, también incluyó preguntas como: “¿Tengo conocimiento de cómo utilizar los niveles de representación en la enseñanza de la química? Justifico mi respuesta”. El cuarto instrumento, “Posibles juicios concurrentes”, se aplicó mediante una entrevista con preguntas como: “¿En qué momento consideras que llegaste a hacer de manera intencional ese paso entre niveles de representación?”. El quinto instrumento, “Posibles juicios retrospectivos”, consistió en preguntas como: “¿Consideraré diferentes dificultades de enseñanza del tema en la elaboración del plan de clase?”. Los instrumentos descritos fueron validados mediante juicio de expertos. La información cualitativa recopilada se sometió a análisis de contenido (Bardin, 2002), con el apoyo de *ATLAS.Ti*. Para la ejecución del trabajo, se siguió el diseño metodológico detallado en la siguiente figura.

Figura 1

Etapas del proceso de investigación.



Dada la relativa novedad de la relación categorial investigada: juicios metacognitivos-niveles de representación en la enseñanza de la química, el análisis central fue de naturaleza inductiva (Creswell, 2013; Hernández

Sampieri *et al.*, 2014). Una vez recogida la información se efectuó una triangulación con el propósito de identificar recurrencias en el conjunto de la información recogida, proceso que llevó a la identificación de datos que posteriormente fueron analizados. Para esto último, y con el apoyo del programa *ATLAS.Ti*, se categorizaron los datos previamente triangulados; proceso que nos permitió la identificación de tendencias del docente en formación respecto a las categorías centrales de la investigación: niveles de representación y juicios metacognitivos. Este análisis condujo a la identificación de diferentes subcategorías y tipos de relaciones intercategoriales y a la construcción de sentidos sobre ellas y las relaciones encontradas.

A continuación, y en coherencia con lo ya señalado, presentamos los resultados de un caso seleccionado aleatoriamente. Para ello, primero, nos referiremos al análisis de las principales tendencias del profesor en formación inicial sobre el uso de representaciones en química, los lenguajes privilegiados para su enseñanza, la congruencia entre representaciones y lenguajes y los juicios metacognitivos de mayor uso por el docente en formación, y segundo, construcción de sentido en torno a las posibles relaciones entre juicios metacognitivos y niveles de representación en la enseñanza de la química.

Resultados

El análisis del caso seleccionado permitió identificar 19 momentos en los cuales el docente en formación inicial hace referencia explícita a niveles de representación o a juicios metacognitivos. En 5 momentos, el docente en formación relaciona las dos categorías antes mencionadas.

Llamamos la atención sobre el uso de juicios metacognitivos concurrentes en los tres tipos de representaciones: macroscópico, submicro y simbólico; así como del uso de juicios metacognitivos prospectivos en las representaciones de carácter submicro (soporte en datos, referencia a los datos).

Las representaciones empleadas por el docente en formación inicial fueron obtenidas de la Web o de libros. No fueron representaciones elaboradas por él. Algunas fueron debidamente justificadas y sobre las cuales emitió juicios prospectivos con respecto a la tarea de enseñanza (dato). Presentó la tendencia a emplear el nivel de representación submicro y juicios de facilidad de solución y de facilidad de saber (véase tabla 1).

El docente en formación inicial realiza juicios prospectivos, de facilidad de saber, frente a su desempeño y en sus actividades preparatorias para la realización de la clase, un ejemplo de ello lo presentamos a continuación, como parte del análisis de instrumentos, teniendo en cuenta que I es el instrumento con su respectivo número, P es la pregunta y E se refiere al docente en formación:

I3, P2, E1: ¿Tengo conocimiento de cómo utilizar los niveles de representación en la enseñanza de la química? Justifique su respuesta.

I3, R3, E1: la característica principal que se plantea en la pregunta refiere a una experticia que netamente se enfoca en la resolución de ejercicios con el tema, *sin embargo desde lo personal considero que todos los ejercicios que he desarrollado han sido correctos, pero de una u otra forma han sido procesos mentales que me he imaginado; estos tienen la limitante de presentar que un caso dado todos deberían pensar igual que yo o por lo menos tener los mismos modelos que yo y que así esa aplicación tendría éxito en el proceso de enseñanza y desde luego no funciona... falta experiencia.*

Tabla 1
Testimonios de la relación entre los juicios metacognitivos y niveles de representación en la enseñanza de la química del docente en formación

Respuesta del docente en formación	Nivel de representación	Juicio metacognitivo
I3, R4, E1: Creo que es impresionante e importante hacerlo, <i>este para mí tiene una limitante que se fundamenta en la no comprensión y dificultad del nivel submicro</i> que es un proceso no observable y es más difícil, entran en él de lleno, si no se tiene un nivel fenoménico antes; <i>así que si no se comprende bien tendríamos un problema en el paso de estos niveles</i> (lógico que esa limitante tiene solución).	Submicro	Juicio prospectivo (Facilidad de solución)
I3, R5, E1: IO. Sí, creo que es una búsqueda que me han enfatizado en la carrera: como poner la ciencia en contexto; <i>así que rápidamente uno puede hacer asociaciones que expliquen una representación submicro en un fenómeno.</i>	Submicro	Juicio prospectivo (Facilidad de saber)
I4, E1: <i>Claro, llevé un fenómeno como tal inicialmente macroscópico a la parte submicro, pasemos de este nivel macro donde se ve la espuma, las características de esta que se pueden visualizar a través de los ojos a este nivel submicro para ver qué está pasando, cuáles son las moléculas que hacen que el compuesto tenga estas características ahí siento que logré pasar de un nivel a otro.</i>	Macroscópico	Juicio concurrente (Facilidad de solución)
I4, E1: ... donde pude hacer la comparación entre la corona y lo que pasaba cuando se fijaban las micelas del jabón, <i>y logré así mostrar la parte activa del carboxilato y las colas en zigzag que era la cadena carbonada, y con esto conscientemente pasar entre niveles pasando a un nivel simbólico</i> , y otra parte donde pude referenciar del nivel submicro.	Simbólico	Juicio concurrente (Rendimiento frente a la tarea)
I4, E1: ... <i>entonces lo que hice fue decir: “Bueno, chicos, vamos a afianzar lo que sabemos y lo que no tanto de este tema para continuar”, y poder así aumentar el nivel en términos explicativos, no nos podíamos quedar explicando esa reacción, y me enfoqué en el nivel submicro que considero es el que más se dificulta.</i>	Submicro	Juicio concurrente (Rendimiento frente a la tarea)

Asimismo, logra hacer juicios prospectivos frente a su desempeño y uso del lenguaje (véase tabla 1). Este tipo de juicios son fundamentales en los procesos de planeación de las diferentes tareas que nos proponemos; observamos que el docente logra realizarlos en relación con habilidades lingüísticas centrales en los procesos de enseñanza, tal como se ilustra a continuación:

I5, P5, E1: Cuando enseñé el paso de un nivel de representación a otro, ¿empleé diferentes lenguajes de manera intencionada? Justifique su respuesta.

I5, R5, E1: ... En la planeación se tuvo en cuenta aspectos como el de levantar la voz o el de enfatizar en frases en la clase. Por ejemplo, el modelo mental que tenía el Sujeto 1 acerca del producto de la hidrólisis, en su argumentación, dijo que daba un ácido. En ese punto, le pregunté de nuevo e intencionalmente: “Pase a la representación gráfica de esa reacción en el papel”, para que, desde el nivel simbólico, observara el submicro con respecto a la polaridad del oxígeno de un alcohol comparado con el de los dos oxígenos de un ácido carboxílico.

El docente en formación inicial realizó juicios concurrentes cuando empleó los niveles de representación macroscópica, submicro y simbólica; así como juicios de facilidad de solución y rendimiento frente a la tarea. En estos juicios, el profesor justifica con fluidez y seguridad las razones que lo llevaron a realizar las actividades de enseñanza (véase tabla 1).

En cuanto a los juicios de carácter retrospectivo, no se evidencia que el docente en formación inicial logre hacer alguno en relación con la tarea del uso de los niveles de representación. Logra hacer juicios retrospectivos sobre su desempeño general, la enseñanza y el uso del lenguaje en la clase, donde primaron los juicios retrospectivos de facilidad de solución y de precisión de rendimiento:

I5, P6, E1: ¿Considero que logré evaluar mi desempeño docente en la clase orientada? Justifique su respuesta.

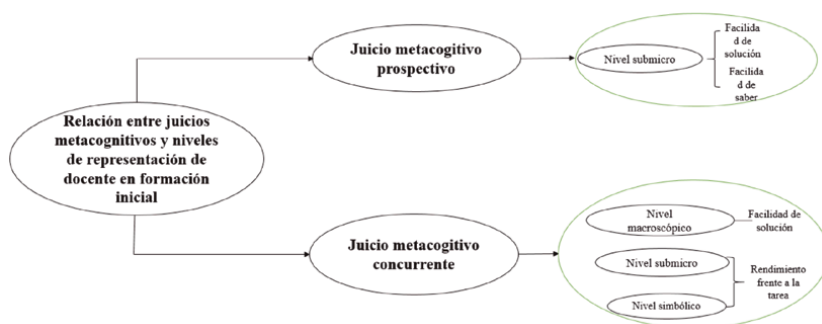
I5, R6, E1: *Considero que tuve los tres momentos de evaluación del desempeño: antes, durante y después. Aunque es claro que es mucho más fácil hacerlo en los momentos antes y después, tuve la oportunidad de replantear un par de preguntas durante la clase a los sujetos 1 y 2, y logré determinar cambios que finalmente fueron unos positivos y otros un tanto negativos. Sin embargo, eso hace parte de la evaluación.*

El análisis conjunto de los juicios metacognitivos y de los niveles de representación, y las relaciones entre estas dos categorías, se presentan en la figura 2, elaborada a partir de la red semántica construida con el apoyo del programa *ATLAS.Ti*, la cual presentamos a continuación. Los principales resultados de estos análisis son:

1. Cierta facilidad para aplicar juicios concurrentes con los tres niveles de representación en química.
2. La ausencia de relaciones intencionadas entre los juicios retrospectivos con los tres niveles de representación, cuando el profesor en formación se enfrenta a una tarea de planeación de la enseñanza.

Figura 2

Síntesis de la red semántica



Nota: se resalta el uso de niveles de representación en la enseñanza de la química y juicios metacognitivos del docente en formación; también las relaciones establecidas entre los niveles de representación en química, con dos tipos de juicios metacognitivos.

Discusión

El propósito de este estudio fue investigar la relación entre los juicios metacognitivos y los niveles de representación en la enseñanza de la química. Se encontró que los docentes en formación realizaron juicios metacognitivos prospectivos y concurrentes durante la tarea de enseñanza. Sin embargo, la frecuencia de relaciones entre las dos categorías centrales fue muy baja (5/19) y no se encontraron juicios metacognitivos retrospectivos específicamente asociados al uso de los niveles de representación. Estos resultados poco coinciden con las orientaciones de las agendas investigativas en las que se señala la importancia de que los docentes sean metacognitivos, ya que esto promoverá la metacognición en los estudiantes (Duffy *et al.*, 2009; Mora y Granados, 2009).

Los juicios metacognitivos prospectivos en relación con la enseñanza permiten, entre otros aspectos, realizar acciones de planeación de las actividades a realizar, así como de aquellas otras en el mismo momento de enfrentar la acción de enseñanza. Se requiere, entonces, que el docente sea regulador y evaluador constante de sus procesos cognitivos desplegados

en la planeación. Acciones de esta naturaleza realizadas por los profesores pueden aportar al desarrollo de habilidades de planeación en los estudiantes en el momento en que se enfrentan a una tarea de aprendizaje.

Los juicios metacognitivos prospectivos de facilidad de solución informan acerca de la complejidad de una tarea de enseñanza o de aprendizaje. Enseñar química, empleando de manera consciente e intencionada diferentes niveles de representación, implica tener un conocimiento sólido de los conceptos involucrados y la forma de representarlos, además de conocer cómo enseñar metacognitivamente los diferentes niveles representacionales (Dori y Hameiri, 2003; Johnstone, 2000). Al realizar juicios de facilidad de solución, los docentes pueden seleccionar estrategias de enseñanza que les permitan planear el uso de representaciones de manera efectiva e intencionada, así como la posibilidad de adaptar los niveles de representación a las necesidades y habilidades de los estudiantes. En otras palabras, requiere del docente el conocimiento profundo del tema a enseñar y el agenciamiento de su metacognición en función de lograr un buen proceso de enseñanza.

Los juicios de facilidad de saber, referidos en nuestro caso a la capacidad y conciencia del docente para tener a disposición la información requerida para enseñar metacognitivamente niveles de representación y para andamiar el aprendizaje de sus estudiantes (Schraw, 2009a; Jonassen y Strobel, 2006), son fundamentales para la buena enseñanza. Esto exige de los docentes la capacidad de evaluar la facilidad con que presentan y asimilan la información presentada; en este informe, referida a diferentes niveles de representación. Al realizar juicios de facilidad de saber, los docentes pueden seleccionar los niveles de representación más efectivos para enseñar los conceptos y facilitar el aprendizaje de los estudiantes.

La buena enseñanza es, en gran medida, una acción situada; en este sentido, los juicios concurrentes son fundamentales para lograrla. Estos orientan la selección de las representaciones más adecuadas para cualificar la enseñanza y propiciar la comprensión de los conceptos químicos por parte de los estudiantes. Permiten, en el caso de las representaciones macroscópicas, evaluar la efectividad de las representaciones visuales utilizadas para describir los fenómenos químicos, así como su claridad y comprensión por parte de los estudiantes (Chittleborough *et al.*, 2005). Asimismo, orientan la toma de decisiones a lo largo del juego representacional realizado por el profesor durante su enseñanza.

El docente en formación hace un juicio concurrente de precisión de rendimiento (Schraw, 1994), en el cual se evidencia el paso entre los niveles de representación submicro a simbólico de manera consciente. Si bien este actuar no fue recurrente en su desempeño, vale la pena destacarlo. Sin entrar en los detalles propios de los procesos químicos

representados, la posibilidad de regular durante la enseñanza la transición entre los diferentes niveles representacionales hace más probable el logro de aprendizajes profundos sobre los fenómenos químicos estudiados (Harrison y Treagust, 2006; Furió Mas y Domínguez Sales, 2007). Estos juicios permiten verificar la congruencia entre las representaciones macroscópica, submicro y simbólica de los fenómenos estudiados, fomentando una comprensión más profunda de los conceptos químicos y de su aplicabilidad en diferentes contextos. No obstante, el docente en formación mostró dificultades para reconocer fortalezas y debilidades en su desempeño, además no elaboró estrategias metacognitivas adecuadas durante la enseñanza en el momento de emplear niveles de representación y juicios metacognitivos, en especial en los juicios de carácter concurrentes, los cuales son necesarios para superar posibles dificultades en la tarea que se está realizando (Metcalf, 2009).

En nuestro docente en formación, la falta de juicios metacognitivos retrospectivos en la enseñanza de un fenómeno químico y el uso de los niveles de representación pueden ser atribuida a factores identificados por investigadores en el campo educativo. Según Jonassen (2011), es crucial que los docentes reflexionen retrospectivamente sobre sus decisiones y prácticas, y evalúen cómo estas influyen en la enseñanza y en el aprendizaje de sus estudiantes, así como en la toma de conciencia de sus propias comprensiones y representaciones mentales de los conceptos, lo cual resulta fundamental para ayudar a los estudiantes a desarrollar una comprensión similar. Además, Collins (2009) destaca que los docentes deben reflexionar sobre su propia práctica y evalúen el impacto de las estrategias utilizadas, esto implica considerar cómo los niveles de representación están siendo utilizados por el docente y si están ayudando al aprendizaje de los estudiantes.

Los resultados de la investigación evidencian, entonces, la necesidad de profundizar en el desarrollo de habilidades metacognitivas en el docente en formación, y por extensión, de potenciarlas en los procesos de enseñanza ya que son constituyentes de la praxis cotidiana del aula (Dumitriu y Dumitriu, 2011). Por otra parte, también obligan a comprender con mayor detalle las relaciones entre conocimientos de dominio específico, en nuestro caso niveles de representación en la enseñanza de la química, con desarrollos recientes en el ámbito de la metacognición como los procesos de calibración y los juicios metacognitivos (Montoya *et al.*, 2021); Estos resultados indican que se debe impulsar el desarrollo de habilidades metacognitivas en la formación docente y enfatizar el uso intencionado de los niveles de representación en la enseñanza de la química (Mora y Granados, 2009).

Conclusiones

Según esta pesquisa, es pertinente fortalecer el conocimiento metacognitivo del docente en formación inicial frente a sus procesos de enseñanza de los niveles de representación en química. Las dificultades encontradas en relación con la calidad de sus representaciones, el uso de niveles de representación y el paso intencionado entre estos, pueden constituir un obstáculo para el logro de una enseñanza de calidad y de aprendizajes profundos en los estudiantes.

De los tres tipos de juicios metacognitivos investigados: prospectivos, concurrentes y retrospectivos, el docente en formación logra emitir juicios concurrentes de precisión de rendimiento, durante la enseñanza de niveles de representación en química, mediante los tres niveles de representación: macroscópico, submicro y simbólico. Si bien son pocos los episodios en los que se da lo señalado, llama más la atención la ausencia casi total de juicios prospectivos y retrospectivos.

Si bien la investigación en metacognición y su papel sobre el aprendizaje es de larga tradición, nuestros resultados, en perspectiva más atómica que molar como históricamente ha sido, señalan posibles caminos hipotéticamente más fructíferos orientados al aprendizaje profundo de los estudiantes en dominios específicos del conocimiento. Ello implica continuar fortaleciendo la formación inicial de profesores, y de aquellos en ejercicio, desde los campos de las didácticas de dominio específicas con la integración de aportes valiosos de otros campos de conocimiento. En nuestro reporte, aquellos propios de los juicios metacognitivos promueven un aprendizaje efectivo de los niveles de representación en la enseñanza de la química.

Referencias

- Alexander, P. A. (2013). Calibration: What is it and why it matters? An introduction to the special issue on calibrating calibration. *Learning and Instruction*, 24, 1-3.
- Alt, D. y Raichel, N. (2020). Reflective journaling and metacognitive awareness: Insights from a longitudinal study in higher education. *Reflective Practice*, 21(2), 145-158.
- Bardin, L. (2002). *El análisis de contenido*. Ediciones Akal.
- Bol, L. y Garner, J. K. (2011). Challenges in supporting self-regulation in distance education environments. *Journal of Computing in Higher Education*, 23, 104-123.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other mysterious mechanisms. En F. E. Weinert y R. H. Kluwe (eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 65-116). Erlbaum.

- Buratti, S. y Allwood, C. M. (2015). Regulating metacognitive processes—support for a meta-metacognitive ability. En A. Peña-Ayala (ed.), *Metacognition. Fundamentals, applications, and trends: A profile of the current state-of-the-art* (pp. 17-38). Springer.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F. y Mamiala, T. L. (2005). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *Research in Science Education*, 35(3), 237-256.
- Collins, A. (2009). Reflections on reflections: Metacognitive and metastrategic knowledge in the year 2007. *Educational Research Review*, 4(1), 1-12.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. SAGE.
- Cutrera, G. y Stipcich, S. (2016). El triplete químico. Estado de situación de una idea central en la enseñanza de la Química. *Revista Electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 3(6).
- Del Pozo, M. y Borquez, V. (2016). ¿Qué y cómo enseñan química los profesores de excelencia en educación media? *Caracterización del conocimiento didáctico del contenido en desempeños destacados y competentes*. Fondo de Investigación y Desarrollo en Educación, Departamento de Estudios y Desarrollo, División de Planificación y Presupuesto, Ministerio de Educación.
- Dori, Y. J. y Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems: A cognitive model for diagnosis of student errors. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 585-603.
- Duffy, G., Miller, S., Parsons, S. y Meloth, M. (2009). Teachers as metacognitive professionals. En D. J. Hacker, J. Dunlosky y A. Graesser (eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 240-256). Routledge.
- Dumitriu, C. y Dumitriu, G. (2011). Experimental research regarding the development of psychosocial competencies of the beginning teachers. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 29, 794-802.
- Dunlosky, J. y Metcalfe, J. (2009). *Metacognition: A textbook for cognitive, educational, life span, & applied psychology*. Sage Publication, Inc.
- Dunlosky, J. y Tauber, S. K. (2012). Can older adults accurately judge their learning of emotional information? *Psychology and Aging*, 27(4), 924.
- Dunlosky, J. y Thiede, K. W. (2013). Four cornerstones of calibration research: Why understanding students' judgments can improve their achievement. *Learning and Instruction*, 24, 58-61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.002>
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Blasiman, R. y Hollis, R. B. (2019). Note-taking habits of 21st century college students: Implications for student learning, memory, and achievement. *Memory*, 27(6), 807-819.

- Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking*. Springer.
- Efkliides, A. (2014). How does metacognition contribute to the regulation of learning? An integrative approach. *Psihologijske Teme*, 23(1), 1-30.
- Estany, A. (2013). La filosofía en el marco de las neurociencias. *Revista de Neurología*, 56(6), 344-348.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of meta-cognition. En F. E. Weinert y R. H. Kluwe (eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 21-29). Lawrence Erlbaum Associates.
- Furió Mas, C. y Domínguez Sales, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 25(2), 241-258. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87876>.
- Gilbert, J. K. y Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In: Gilbert, J.K., Treagust, D. (eds) *Multiple Representations in Chemical Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 4. (pp. 1-10). Springer.
- Gilbert, J. K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. y Van Driel, J. H. (2003). Research and development for the future of chemical education. En J. K. Gilbert, O. Jong, R. Justi, D. F. Treagust y J. H. Driel (eds.), *Chemical education: Towards research-based practice* (pp. 391-408). Springer.
- Gutiérrez, A. (2012). *Enhancing the calibration accuracy of adult learners: A multifaceted intervention*. University Libraries, University of Nevada.
- Gutiérrez, A. P. y Price, A. F. (2017). Calibration between undergraduate students' prediction of and actual performance: The role of gender and performance attributions. *The Journal of Experimental Education*, 85(3), 486-500.
- Gutiérrez de Blume, A. P. y Schraw, G. (2015). Effects of strategy training and incentives on students' performance, confidence, and calibration. *Journal of Experimental Education*, 83(3), 386-404. <https://doi.org/10.1080/00220973.2014.907230>
- Hacker, D. J., Dunlosky, J. y Graesser, A. C. (2009). A growing sense of "agency". En D. J. Hacker, J. Dunlosky y A. C. Graesser (eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 1-3). Routledge.
- Harrison, A. y Treagust, D. (2006). Particles and matter: Problems in learning about the submicroscopic world. En H. Fischler (ed.), *Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht* (pp. 53-76). Logos-Verlag.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). Capítulo 9. Recolección de datos cuantitativos. En R. Hernández Sampieri (ed.), *Metodología de la investigación* (pp. 201-267). (6.ª ed.). McGraw Hill.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Jonassen, D. (2011). *Design problems for secondary students*. National Center for Engineering and Technology Education.
- Jonassen, D., Strobel, J. y Lee, C. B. (2006). Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 139-151.
- Matus Leites, L., Benarroch Benarroch, A. y Perales Palacios, F. J. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria: análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 153-176.
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 18(72), 9-32.
- Mengelkamp, C. y Bannert, M. (2009). Judgements about knowledge: Searching for factors that influence their validity. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7(1), 163-190.
- Metcalfe, J. (2009). Metacognitive judgments and control of study. *Current Directions in Psychological Science*, 18(3), 159-163. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01628.x>
- Montoya, D. M. (2021). *El juicio meta-metacognitivo como inductor de precisión en el monitoreo metacognitivo de estudiantes universitarios de psicología* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Manizales].
- Montoya, D. M., Orrego, M., Puente, A. y Tamayo, O. E. (2021). Juicios metacognitivos en población infantil: una revisión de las tendencias conceptuales en investigación. *Tesis Psicológica*, 16(1), 1-34. <https://doi.org/10.37511/tesis.v16n1a6>.
- Mora, D. M. y Granados, L. F. M. (2009). Evolución de la precisión de los juicios de metamemoria en juegos para instrucción apoyada por computador. *Revista de Investigaciones UNAD*, 8(1), 67-85. <https://doi.org/10.22490/25391887.622>
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *Blanco y Negro*, 3(2), 38-46.
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R. y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación Química*, 25(1), 46-55.

- Ots, A. (2013). Third graders' performance predictions: Calibration deflections and academic success. *European Journal of Psychology of Education*, 28, 223-237.
- Peña Ayala, A. y Cárdenas, L. (2015). A conceptual model of the metacognitive activity. En A. Peña Ayala (ed.), *Metacognition. Fundaments, applications, and trends: A profile of the current state-of-the-art* (pp. 39-72). Springer.
- Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16, 385-407.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2005). The embodied nature of implicit theories: The consistency of ideas about the nature of matter. *Cognition and Instruction*, 23(3), 351-387.
- Schraw, G. (1994). The effect of metacognitive knowledge on local and global monitoring. *Contemporary Educational Psychology*, 19(2), 143-154.
- Schraw, G. (2009a). A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning*, 4, 33-45.
- Schraw, G. (2009b). Measuring metacognitive judgments. En D. J. Hacker, J. Dunlosky y A. Graesser (eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 415-429). Routledge.
- Schraw, G. y Gutiérrez, A. P. (2015). Metacognitive strategy instruction that highlights the role of monitoring and control processes. En A. Peña Ayala (ed.), *Metacognition. Fundaments, applications, and trends: A profile of the current state-of-the-art* (pp. 3-16). Springer.
- Sinatra, G. M. y Pintrich, P. R. (eds.). (2003). *Intentional conceptual change*. Routledge.
- Taber, K. S. (2012). Constructivism as educational theory: Contingency in learning, and optimally guided instruction. En J. Hassaskhah (ed.), *Educational theory* (pp. 39-61). Nova.
- Talanquer, V. (2009). Química: ¿quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación Química*, 20, 220-226.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Tamayo, A. O. E. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En *Los bordes de la pedagogía: Del modelo a la ruptura* (pp. 275-306). Universidad Pedagógica Nacional.
- Tamayo Alzate, Ó. E., Cadavid Alzate, V. y Montoya Londoño, D. M. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educación*, (76), 117-141.

- Tamayo Alzate, O. E., Herrera Flórez, P. A. y Romero Villegas, C. (2023). Metacognitive judgements in the learning of cellular theory in elementary school students. *Journal of Biological Education*, 1-24.
- Thomas, G. P. y McRobbie, C. J. (2013). Eliciting metacognitive experiences and reflection in a year 11 chemistry classroom: An activity theory perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 300-313.
- Veenman, M. V. (2011). Learning to self-monitor and self-regulate. En R. Mayer y P. Alexander (eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 249-273). Routledge.
- Wang, Y. y Sperling, R. A. (2021). Understanding and supporting Chinese middle Schoolers' monitoring accuracy in mathematics. *Metacognition and Learning*, 16, 57-88.
- Winne, P. y Azevedo, R (2014). Metacognición. En K. Sawyer (ed.), *The Cambridge handbook of the leaning sciences* (pp. 63-87). University Press.
- Winne, P. H. y Marzouk, Z. (2019). Learning strategies and self-regulated learning. En J. Dunlosky y K. A. Rawson (eds.), *The Cambridge handbook cognition and education* (pp. 606-715). Cambridge University Press.
- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183.