

Referencia para citar este artículo: Sánchez-Castaño, J. A., Castaño-Mejía, O. Y. & Tamayo-Alzate, O. E. (2015). La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13 (2), pp. 1153-1168.

La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias*

JAIRO ALEJANDRO SÁNCHEZ-CASTAÑO**

Profesor Universidad Autónoma de Manizales, Colombia.

OLGA YAZMÍN CASTAÑO-MEJÍA***

Profesor Universidad Autónoma de Manizales, Colombia.

ÓSCAR EUGENIO TAMAYO-ALZATE****

Profesor Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales, Colombia.

Artículo recibido en noviembre 21 de 2013; artículo aceptado en febrero 11 de 2014 (Eds.)

• **Resumen (analítico):** *Nuestro objetivo central en esta investigación fue describir cualitativamente la categoría argumentación metacognitiva en estudiantes de básica secundaria, con edades comprendidas entre los 14 y los 16 años. Seguimos un enfoque cualitativo en el que diseñamos tres escenarios en perspectiva CTS para la recolección de la información. Los resultados derivados del análisis de la información nos permitieron, a manera de conclusiones, caracterizar tres tendencias en la expresión de la argumentación metacognitiva: a) a partir del sentir-pensar-actuar, b) las centradas en el conocimiento y, c) las centradas en la perspectiva ética de los estudiantes y las estudiantes. Debido al potencial de la categoría aquí investigada en función del logro de aprendizajes en profundidad en ciencias, sería pertinente que futuros estudios profundizaran en la comprensión de las interacciones entre argumentación y metacognición, y enfatizaran en relación a cómo desarrollarla en el aula.*

Palabras clave: educación, enseñanza-aprendizaje, argumentación, metacognición, didáctica (Tesoro de Ciencias Sociales de la Unesco).

Metacognitive argumentation in the science classroom

• **Abstract (analytical):** *The main objective for this study was to develop a qualitative description of the metacognitive argumentation category for middle-school students aged between 14-16 years. The research followed a qualitative approach in which three scenarios were designed using a Science,*

* Este artículo de investigación científica y tecnológica presenta resultados de la investigación “Construcción de sentidos en torno a la categoría argumentación metacognitiva” realizado entre el 11 de julio de 2007 y el 7 de noviembre de 2011. La investigación fue producto de un estudio conducente a título de maestría. Área de conocimiento: ciencias sociales; subárea: educación.

** Licenciado en Biología y Química, Universidad de Caldas. Master en Enseñanza de las Ciencias. Profesor Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: esguerra77@hotmail.com

*** Licenciada en Biología y Química, Universidad de Caldas. Master en Enseñanza de las Ciencias. Profesora Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: yazzcame@hotmail.com

**** Licenciado en Biología y Química Universidad de Caldas. Master en Desarrollo educativo y social, Cinde-UPN. Magister en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona. Doctor en Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona. Postdoctorado en Narrativa y Ciencia, Universidad Santo Tomás-Universidad de Córdoba. Profesor Universidad de Caldas y Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co



Technology and Society (STS) perspective in order to collect information. The results from the analysis allowed for the characterization of three trends in metacognitive argumentation: a) expressions based around the feel-think-act structure, b) expressions that are focused on knowledge and, c) expressions of students' ethical perspectives. Because of the potential of the category investigated in relation to the achievement of in-depth learning experiences in science, it would be relevant that future studies engage in further investigation into the understanding of argumentation and metacognition and emphasize how these can be developed in the classroom.

Key words: education, teaching-learning, argumentation, metacognition, science education (Unesco Social Sciences Thesaurus).

A argumentação metacognitiva nas aulas de Ciências

• **Resumo (analítico):** O objetivo central da investigação foi descrever a categoria argumentação metacognitiva em estudantes de ensino médio, com idades compreendidas entre os 14-16 anos. A investigação seguiu uma análise qualitativa na qual conceberam-se três cenas em perspectiva CTS para a coleta da informação. Os resultados derivados da análise da informação permitiram, à maneira de conclusões, caracterizar três tendências na expressão da argumentação metacognitiva: a) partir do sentir-pensar-actuar; b) aquelas centradas no conhecimento e, c) aquelas centradas na perspectiva moral dos estudantes. Dado o potencial da categoria aqui feita das investigações em função da realização de aprendizagens detalhada em ciências, seria relevante que futuros estudos aprofundassem a compreensão das interações entre argumentação e metacognição que enfatizam a relação que se desenvolve na sala de aula.

Palavras-chave: educação, ensino-aprendizagem, argumentação, metacognição, conhecimento, didática (Tesouro de Ciências Sociais da Unesco).

-1. Introducción. -2. La argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. -3. La metacognición en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. -4. Interacciones entre argumentación y metacognición en el aula de ciencias. -5. Materiales y métodos. -6. Instrumentos para la recolección de la información. -7. Análisis y discusión. -8. Argumentación metacognitiva desde el sentir-pensar-actuar. -9. Argumentación metacognitiva desde el conocimiento. -10. Argumentación metacognitiva desde la perspectiva ética. -11. Conclusiones. -Lista de referencias.

1. Introducción

La argumentación y la metacognición en las aulas de clase son temas que han motivado recientes investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias (Grotzer & Mittlefehldt, 2012, Osborne, 2012, Schwarz, 2009, Thomas, 2012, Zohar & Dori, 2012). Tradicionalmente estas dos categorías se han investigado de manera independiente: la argumentación, con el propósito de conocer cómo el estudiantado argumenta, cómo se construye el conocimiento en el aula y cómo son las interacciones argumentativas entre docentes y estudiantes; y la metacognición, en función de caracterizar los procesos relacionados con la construcción de conocimiento y el control que sobre estos se

tiene. Aprender cierta habilidad en profundidad requiere tener conocimiento, regulación y conciencia de lo aprendido. En otras palabras, el logro de aprendizajes en profundidad está necesariamente acompañado de procesos auto-reguladores por parte de los estudiantes y las estudiantes; de allí que concluyamos que aprender a argumentar implica considerar de manera consciente e intencionada ciertas estrategias metacognitivas que se ponen en escena en el mismo acto argumentativo. Estos procesos de reflexión metacognitiva sobre la argumentación llevan a que los estudiantes y las estudiantes gradualmente tengan más conocimiento y control tanto del proceso argumentativo en sí mismo, como del proceso metacognitivo que vinculan a este. En tal

sentido, aprender a argumentar en el aula de ciencias requiere del conocimiento, de la conciencia y de la regulación, intencionada y consciente, de la acción argumentativa.

No obstante el importante desarrollo que se ha logrado en el estudio de estas dos categorías, nos proponemos investigar de manera integrada su expresión en las clases de ciencias. Es decir, consideramos que la argumentación metacognitiva puede constituirse en una nueva categoría que tiene como propósito central conocer y regular las diferentes acciones argumentativas en el momento en que estas se dan en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. De acuerdo con lo anterior, nuestro objetivo central en este trabajo es describir cualitativamente la categoría *argumentación metacognitiva* en clases de ciencias de estudiantes de básica secundaria. Para ello, en primer lugar presentamos desarrollos conceptuales inherentes a las categorías argumentación en ciencias, metacognición, y algunas relaciones entre ellas; en segundo lugar, presentamos la estructura metodológica de la investigación y los principales hallazgos.

2. La argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

La argumentación en las clases de ciencias se ha constituido en una de las líneas de investigación más fructíferas en didáctica de las ciencias. Enseñar a argumentar es hoy una prioridad en el aula (Candela, 2001, Erduran, 2008, Jiménez-Aleixandre, 2008, Lemke, 1997, Mercer, 2009, Muller, Perret-Clermont, Tartas & Iannaccone, 2009, Osborne, 2012, Schwarz, 2009, Tamayo-Alzate, 2013). Se requiere de personas críticas, conscientes de los hechos que ocurren en la vida cotidiana, con capacidad de expresar argumentativa y coherentemente sus ideas, y de tomar decisiones en el momento oportuno.

En la enseñanza de las ciencias, la influencia de los trabajos de Toulmin (1977) y Van Dijk (1989) sobre la argumentación han tenido alta repercusión. Toulmin considera como argumento todo aquello que es utilizado para justificar o refutar una proposición. El

modelo de Toulmin permite que los alumnos y alumnas reflexionen sobre la estructura del texto argumentativo, y utilicen los diferentes modelos argumentativos en función de la construcción conceptual. En términos de Londoño y Herrera (2012), el modelo argumentativo de Toulmin está inspirado en la tradición lógica; sin embargo, se distancia de las argumentaciones propias del formalismo lógico. Van Dijk (1989) sostiene que la estructura del texto argumentativo puede ser descompuesta más allá de premisas y conclusión, e incluye la justificación, las especificaciones de tiempo y lugar y las circunstancias en las que se produce la argumentación. Para él, lo que define un texto argumentativo es la finalidad que este tiene de convencer.

Desde otra perspectiva, Giere (1992) plantea que la argumentación en ciencias es un proceso de elección entre modelos y teorías para explicar los fenómenos de la realidad. En el aula de clase, este proceso se evidenciaría a través de las prácticas discursivas del estudiantado en las que se articulan componentes de la estructura de la argumentación, de los conceptos científicos y de la práctica discursiva, cuya puesta en escena permitiría conocer las características de los modelos argumentativos y, a partir de allí, construir procesos didácticos que contribuyan a la transformación de dichos modelos.

Algunas de las conclusiones más relevantes de estos estudios recientes sobre argumentación (Cardona & Tamayo-Alzate, 2009, Jiménez-Aleixandre & Puig, 2010, 2012, McDonald & McRobbie, 2012, Osborne, 2012, Poblete, 2005, Sampson & Grooms, 2009) manifiestan que: a) mejorar el aprendizaje del conocimiento científico exige mejorar los procesos de interacción comunicativa en el aula y, b) los currículos escolares deben prestar atención al desarrollo de la argumentación y a su función central en torno a la construcción de ciencia escolar (Ruiz, Tamayo-Alzate & Márquez, 2011). En términos generales, señalan los autores que los estudios sobre la argumentación en la didáctica de las ciencias se pueden enmarcar en cuatro grandes frentes de trabajo: los orientados a relacionar la argumentación con la construcción de conocimientos científicos, los dirigidos a estudiar las acciones o modelos

argumentativos de los profesores y profesoras de ciencias, los que tienen como propósito desarrollar competencias argumentativas en el estudiantado y, por último, aquellos que vinculan las tres perspectivas antes descritas.

3. La metacognición en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

En las últimas décadas, los tres principales aspectos destacados en la enseñanza de las ciencias han sido el desarrollo de habilidades metacognitivas, el estudio de las concepciones alternativas, y la enseñanza de pocos temas en profundidad en lugar de enseñar muchos temas superficialmente (Zohar & Dori, 2012). De manera específica, este interés en los estudios de la metacognición en educación tiene como propósito lograr mejores comprensiones del papel de la metacognición en los procesos de aprendizaje de los estudiantes y las estudiantes (Thomas, 2012). Asimismo, hay consenso en la comunidad académica sobre la dificultad de comprender en detalle los procesos metacognitivos que emplean los maestros y maestras en sus procesos de enseñanza y que utiliza el estudiantado en sus procesos de aprendizaje. En términos de Veenman (2012), esta dificultad se debe a lo difuso del concepto, al poco acuerdo logrado en torno a las dimensiones constituyentes de la metacognición, y a la manera como estas se relacionan. No obstante lo anterior, este concepto se sigue considerando fundamental en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias.

De acuerdo con Tamayo-Alzate (2006), el conocimiento metacognitivo se refiere a la comprensión que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos. La metacognición ha sido definida como la habilidad para monitorear, evaluar y planificar nuestro propio aprendizaje. Hoy nos referimos a la metacognición como un amplio constructo teórico con gran potencialidad en la enseñanza de las ciencias (Gunstone & Mitchell, 1998, Martí, 1995, Zohar & Dori, 2012, Veenman, 2012), y una variedad importante de estrategias metodológicas para su valoración (Zohar, 2012, Thomas, 2012). Siguiendo a Gunstone y Mitchell (1998) el estudio de la metacognición

aborda tres aspectos generales: *conocimiento*, *conciencia* y *regulación (control)* sobre los propios procesos de pensamiento. De acuerdo con estos autores, el *conocimiento metacognitivo* es el entendimiento que tienen las personas de sus propios procesos cognitivos, y puede ser declarativo, procedimental y condicional. La *conciencia metacognitiva* es un saber de naturaleza intra-individual; se refiere al conocimiento que tienen los estudiantes y las estudiantes de los *propósitos* de las actividades que desarrollan y de la conciencia que tienen sobre su *progreso personal*. En términos más generales, se refiere a la conciencia que tienen las personas sobre el conocimiento y regulación de su cognición (Schraw, Olafson, Weibel & Sewing, 2012). Es un conocimiento que ayuda al control y auto-regulación del pensamiento y de los procesos y productos del aprendizaje (Hartman, 1998). La *regulación metacognitiva* se refiere al conjunto de actividades que ayudan al estudiantado a controlar su aprendizaje; se relaciona con las decisiones del aprendiz antes, durante y después de realizar una tarea de aprendizaje. Se asume que la regulación metacognitiva mejora el rendimiento de diferentes formas: mejora el uso de la atención, proporciona una mayor conciencia de las dificultades en la comprensión, y cualifica las estrategias ya existentes. Se ha encontrado incremento significativo del aprendizaje cuando se incluyen, como parte de la enseñanza, la regulación y la comprensión de las actividades (Schraw, 1998).

En el ámbito educativo, la metacognición es necesaria para el logro de habilidades o competencias de alto orden. Mejores desempeños en solución de problemas, comprensión lectora, argumentación y pensamiento crítico, entre muchas otras, requieren de la incorporación de estrategias metacognitivas por parte de los estudiantes y las estudiantes (García, 2003, Otero, 2009, Thomas, 2012, Zoller & Levy, 2012, Jiménez-Aleixandre & Puig, 2012). Lo anterior se acompaña, necesariamente, de una enseñanza metacognitiva por parte de los profesores y profesoras, quienes deben diseñar ambientes de enseñanza que faciliten el desarrollo de procesos de pensamiento de alto orden en el

estudiantado, lo cual exige conocimiento de sus propios procesos metacognitivos.

4. Interacciones entre argumentación y metacognición en el aula de ciencias

El logro de una competencia de alto orden exige de la metacognición. En términos de Acosta y Vasco, la experticia requiere de una *práctica deliberada*, entendida como “la búsqueda consciente y estructurada por mejorar en aquellos aspectos del desempeño en los que todavía hay errores o ineficiencias” (Acosta & Vasco, 2013, p. 96), búsqueda que exige que el sujeto aprenda a monitorear su progreso, a corregir sus errores y a mejorar en su desempeño. En el logro de este nivel de desempeño se conjugan la competencia en sí misma -argumentación, solución de problemas, lectura comprensiva, pensamiento crítico, etc.- con el conocimiento y control de los procesos metacognitivos que permiten el desempeño adecuado en ella.

Mason y Santi (1994), en un estudio cualitativo cuyo propósito era analizar las reflexiones metacognitivas llevadas a cabo al momento de argumentar y su relación con la construcción de conocimiento escolar, proporcionan evidencias empíricas de las formas como las discusiones en clase pueden estimular los altos niveles de razonamiento y argumentación en los niños y niñas. Bur (2005) indagó las características del discurso expositivo de profesores y profesoras de universidad y su relación con las estrategias metacognitivas. Aunque no de manera directa sobre los procesos y productos de la argumentación, en su estudio Bur propone identificar las habilidades metacognitivas presentes en aulas universitarias en las áreas de física y psicología. Por su parte, Poblete (2005) busca comprobar que el buen escritor es quien conoce y controla, de manera consciente, deliberada y reflexiva, sus procesos cognitivos en la producción de un texto. De investigaciones de esta naturaleza destacamos la importancia de vincular los procesos metacognitivos con ciertas habilidades o competencias como la producción textual y el uso del discurso. Sin embargo, los vínculos específicos de la metacognición con procesos

argumentativos y con otros procesos cognitivos de alto orden no han sido lo suficientemente investigados.

5. Materiales y métodos

La investigación sigue un enfoque cualitativo en función de comprender la categoría *argumentación metacognitiva*, a partir de los datos obtenidos con los instrumentos aplicados, los cuales fueron previamente validados por expertos. Analizamos el contenido (Bardin, 1996) de la información recogida, para lo cual identificamos las oraciones con sentido -en términos de Chomsky (2004) oraciones nucleares-, dadas por el estudiantado. Para el proceso de categorización central y axial empleamos el software Atlas-Ti. Realizada la categorización de todas las respuestas dadas por los estudiantes y las estudiantes a las diferentes preguntas, pasamos a la elaboración de redes semánticas a partir de las cuales realizamos la interpretación de las diferentes subcategorías constituyentes de la argumentación metacognitiva.

Unidad de análisis: Descripción de la categoría argumentación metacognitiva en situaciones de enseñanza desde una perspectiva CTS, presente en estudiantes de básica secundaria.

Unidad de trabajo: 8 estudiantes de grado noveno de Educación Básica Secundaria con edades comprendidas entre 14 y 16 años, de una institución educativa de carácter oficial, durante los años 2008 y 2009, quienes voluntariamente participaron en las diferentes actividades realizadas en la clase, la cual estaba constituida por 40 estudiantes. Antes de la recolección de la información hicimos una prueba piloto de la experiencia de enseñanza, así como de los instrumentos empleados para la recolección de la información.

6. Instrumentos para la recolección de la información

Escenarios. Para la recolección de la información diseñamos tres escenarios sobre asuntos sociocientíficos: patentes de medicamentos, el día del no carro y vegetales

transgénicos (ver cuadro 1). Para la selección de estas temáticas tuvimos en cuenta que fueran asuntos de interés actual para el estudiantado y que permitieran expresar diferentes puntos de vista, discutir, y argumentar en torno a ellos. Los escenarios tenían la siguiente estructura: a) una breve lectura de carácter informativo sobre una situación-problema; b) selección y adopción de roles dentro de los escenarios argumentativos; c) planeación de la actividad argumentativa; d) realización de la actividad argumentativa; y e) evaluación.

En cada uno de los escenarios utilizamos un código para identificar a los sujetos participantes, así: en el escenario de patentes de medicamentos I1, I2, I3, I4, para referirnos a los integrantes del grupo de los indígenas, y M1, M2, M3, M4, para los integrantes del grupo de la multinacional. En el escenario del día del no carro E1, E2, E3, y E4, para estudiantes que están en contra de la propuesta, y E5, E6, E7, y E8 para estudiantes que están a favor de la propuesta. Para el escenario transgénicos vegetales, F1, F2, F3, F4, para estudiantes a favor de la propuesta, y C1, C2, C3 y C4 para estudiantes en contra de la propuesta.

Instrumentos de lápiz y papel. Con los instrumentos aplicados pretendíamos reconocer aspectos metacognitivos en el estudiantado, tales como: tipos de conocimiento, conciencia metacognitiva y procesos de regulación.

Grabaciones. Grabaciones de audio: utilizadas en el momento de realizar la planeación del rol asignado para cada subgrupo antes de iniciar la discusión; su finalidad fue registrar las discusiones realizadas en los subgrupos para contrastarlas con lo propuesto en el instrumento de lápiz y papel. Grabaciones de video: utilizadas en el momento de realizar la discusión con el objetivo de registrar las discusiones presentadas en el grupo.

Autoconfrontación cruzada. Esta técnica, empleada para validar la reflexión metacognitiva realizada por el estudiantado, nos permitió contrastar la información registrada en los videos de los escenarios con la escrita por los estudiantes y las estudiantes en los instrumentos de lápiz y papel.

Proceso de recolección de información. Dividimos los ocho estudiantes participantes en dos subgrupos, según orientaciones del profesor. Cada uno diseñó un plan para defender el papel asignado, el cual se debía discutir al interior de cada subgrupo -por ejemplo, en el escenario de patentes, los individuos representantes de la comunidad indígena y los de la multinacional-. Esta actividad fue grabada en audio. Luego hicimos preguntas abiertas al estudiantado, las que se debía resolver de forma individual antes del debate (ver cuadro 1). Durante el debate, el cual fue grabado en video, los estudiantes y las estudiantes expusieron y defendieron sus argumentos de acuerdo con el papel asignado. Luego se plantearon preguntas metacognitivas las cuales pretendían reconocer diferentes dimensiones de la metacognición vinculadas a los procesos argumentativos seguidos por ellos. Una semana después de realizado el debate aplicamos la técnica de autoconfrontación cruzada. Hicimos los análisis con la información recogida con todos los instrumentos antes descritos y con apoyo del software Atlas-ti.

**Tipología de escenarios empleada para la recolección de información.
Caso 1. Patentes (síntesis)**

Con tu compañero de trabajo lee el siguiente texto:

Desde la antigüedad los indígenas utilizaban la corteza de un árbol propio de nuestro país para calmar sus dolores, el saber de esta comunidad ha pasado de generación en generación sin intervención alguna de personas ajenas. Por esto ellos tienen un gran sentido de pertenencia ante ese saber y no utilizan ningún medicamento procesado para aliviar sus dolencias. A mediados del siglo pasado una multinacional farmacéutica se da cuenta de este saber nativo, viaja a la selva, extrae el principio activo de esa planta, se apropia de él patentándolo sin darle ningún tipo de crédito a los indígenas, esto con el objetivo de comercializarlo a nivel internacional.

El profesor te asignará una misión que debes realizar en el grupo; las misiones son: representante de la comunidad indígena: *su misión es defender los intereses de la comunidad indígena*. Representante de la multinacional: *su misión es defender los intereses que tiene la multinacional*. Diseñen un plan para cumplir la misión que se les encomendó.

Tipología de preguntas antes del debate

¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás y por qué?

¿Tus ideas son fuertes para cumplir con la misión que te correspondió? ¿Por qué?

Enumera tres dificultades que se te presentaron en la planeación y explica cómo las resolviste.

Debate

Tipología de preguntas después del debate

Describe cómo te sentiste con la misión que te correspondió defender y por qué.

Enumera las tres principales dificultades que se te presentaron en la exposición de las ideas y cómo las resolviste.

¿De qué otra manera pudiste haber planeado la defensa y exponer tus ideas?

Cuadro 1: Tipología de escenarios para la recolección de información.

7. Análisis y discusión

A partir del análisis de los datos obtenidos se puede describir la existencia de procesos imbricados que vinculan la metacognición con la argumentación, descritos desde tres tendencias, a saber: la argumentación metacognitiva desde el sentir-pensar-actuar del estudiante; desde el conocimiento de los temas tratados, y desde cierta perspectiva ética del estudiante. Las tendencias descritas en todos los casos emergieron de los análisis realizados.

Del total de las oraciones nucleares (Chomsky, 2004) expresadas por los estudiantes (266), el 22% se refiere a la metacognición, el 70% a la argumentación, y el 8% a la argumentación metacognitiva. Del total de las respuestas que integran argumentación y metacognición, el 43% corresponde a la tendencia del sentir-pensar-actuar, y el 28% a la tendencia desde el conocimiento que el individuo estudiante posee acerca de los temas tratados en los tres escenarios. El 28% restante corresponde a la tendencia desde la perspectiva ética de los

estudiantes y las estudiantes frente al papel desempeñado en el debate. Estos porcentajes nos muestran, de una parte, la dificultad de hallar desempeños en el aula de clase que integren las categorías argumentación y metacognición y, de otra, la aparente independencia entre las categorías argumentación y metacognición. No analizamos la incidencia del escenario en el tipo de respuesta dada por los sujetos participantes, ni sobre las tendencias de argumentación metacognitiva descritas.

8. Argumentación metacognitiva desde el sentir-pensar-actuar

Esta tendencia tiene como propósito caracterizar la interacción entre sentir-pensar-actuar, en el momento de enfrentar procesos argumentativos auto-regulados. A manera de ilustración, a continuación presentamos algunas de las respuestas dadas por M3 a partir de las cuales evidenciamos la existencia de esta interacción.



Expresiones del sujeto M3 en el escenario patentes de medicamentos		
Instrumento y técnica	Datos	Categoría de análisis
<p>Escrito antes del debate ¿Tus ideas son potentes para cumplir con la función que te correspondió? ¿Por qué?</p> <p>Escrito después del debate. Describe cómo te sentiste con la posición que te correspondió defender y por qué.</p> <p>Video del debate</p>	<p><i>Creo que sí, porque son propuestas formuladas que para mi concepto no dejan escapar detalle alguno porque se piensa en todos los pro y todos los contra del asunto a tratar.</i></p> <p><i>Me sentí bien, objetivo, seguro de mí mismo.</i></p> <p><i>Lo que él dijo de la cultura no es así porque de igual manera esto no acabará con la reserva cultural, porque los va a favorecer a ustedes (...) a cambio de que se dé la perfecta extracción del producto.</i></p>	<p>Conciencia metacognitiva.</p> <p>Conocimiento.</p> <p>Sentir. Conciencia metacognitiva.</p> <p>Argumentación.</p> <p>Contraargumento.</p>
<p>Escrito antes del debate. ¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás en el debate y por qué?</p> <p>Video del debate</p> <p>Autoconfrontación: ¿Qué esperaban obtener de la estrategia en la discusión?, ¿piensas que se logró y por qué?</p>	<p><i>Estoy muy seguro porque creo que con los argumentos propuestos se obtiene satisfacción por las dos partes ya que se les brinda varios beneficios sin ocasionar perjuicio alguno.</i></p> <p><i>Era lo que yo ya les había aclarado, se maneja tecnología, pues esa tecnología... ustedes no saben... de esa idea puede generar otra pero mejora el producto.</i></p> <p><i>Convencerlos y llegar a un acuerdo que por parte y parte llenara sus expectativas, y no se logró, por la ignorancia, orgullo y terquedad del vocero indígena.</i></p>	<p>Sentir. Conciencia metacognitiva. Argumento.</p> <p>Seguridad. Argumento.</p> <p>Propósito de la actividad. Planeación. Regulación.</p>

Tabla 1. Expresiones del sujeto M3 relacionadas con la categoría argumentación metacognitiva desde el sentir-pensar-actuar en el escenario patentes.

En la tabla 1, el sujeto M3 evidencia argumentación metacognitiva desde el sentir-pensar-actuar en sus expresiones. En el escenario de patentes de medicamentos se reflejan dos momentos en los que se muestra

esta tendencia, pero aclaramos que el análisis lo hacemos sobre la actividad -escenarios- en su conjunto. El estudiante expresa sentirse bien y muy seguro con la responsabilidad asignada en la actividad de discusión propuesta; asimismo,

piensa que sus ideas están bien formuladas y cumplirán con el objetivo de la tarea, cuando dice: (...) *son propuestas formuladas que para mi concepto no dejan escapar detalle alguno* (...). Esto lo lleva a utilizar un contraargumento como estrategia diferente a la planeada para lograr lo que se proponía en la discusión, para mejorar su desempeño. Asimismo, expresa sentirse muy seguro con los argumentos que va a plantear, pues cree que estos apuntan hacia un beneficio general y no ocasionarán *perjuicio alguno*; además, se evidencia seguridad para defender sus argumentos. Luego, en el video del debate, el estudiante descubre que lo planeado no está cumpliendo con el objetivo de la actividad y acude a un argumento científico para explicar aspectos tecnológicos; lo cual evidencia una acción que surge en el debate, y muestra autorregulación en su proceso argumentativo.

En la expresión dada por el sujeto M3: *Convencerlos y llegar a un acuerdo que por parte y parte llenará sus expectativas*, y no se logró, *por la ignorancia, orgullo y terquedad del vocero indígena*, se refleja el pensamiento respecto al objetivo de la actividad; se muestran la interacción entre los pensamientos, sentimientos y acciones del estudiante, a lo largo de su intervención en la actividad propuesta. Se observa cómo el estudiante expresa su sentir a través de la seguridad de sus ideas y durante la discusión reflexiona acerca de nuevos argumentos que puede exponer en el debate; posteriormente, actúa coherentemente con lo pensado al enunciar nuevas ideas.

Los datos que los estudiantes y las estudiantes aportaron en los tres escenarios perfilaron una primera tendencia desde el sentir-pensar-actuar; es decir, integran en un solo proceso sentimientos, pensamientos y acciones. Después de realizar la planeación del debate, los estudiantes y las estudiantes manifiestan su sentir al expresar seguridad en los argumentos y su identificación frente a la posición que les correspondió defender. Durante el debate, realizan procesos que los llevan a reflexionar acerca de sus estrategias planeadas.

Podemos considerar la argumentación metacognitiva en cuatro sentidos al menos, como: un proceso de enseñanza y de aprendizaje, un proceso de pensamiento, una acción socioconstructivista, y un modelo de interacción

en el aula. Estos diferentes sentidos exigen, de una parte, de la regulación de las interrelaciones entre las formas de mirar, razonar, comunicar, sentir y organizar el conocimiento, descritas por Guidoni (1991), y Sanmartí y Jorba (1996), y, de otra, de la incorporación de dimensiones inherentes a los procesos de pensamiento implicados en la argumentación, como proceso y como producto (Andrews, 2010).

Si bien para Sanmartí y Jorba (1996), experiencia y lenguaje son dos aspectos indiscernibles en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en cuanto a la argumentación metacognitiva, sentimientos, pensamientos y acciones parecen constituirse en una unidad que permite integrar reflexiones y acciones de naturaleza metacognitiva con procesos y productos argumentativos elaborados por los estudiantes y las estudiantes. Coincidimos con los autores en cuanto a que el lenguaje es mediador de la regulación del aprendizaje en las clases de ciencias y, a su vez, es objeto de autorregulación. Asimismo, destacamos el valor de la generación de espacios argumentativos, conscientes e intencionados (Izquierdo & Aliberas, 2004) en los cuales estudiantes y docentes realicen acciones orientadas tanto a la apropiación de lenguajes específicos de los diferentes campos disciplinares (Lemke, 1997) como al desarrollo de competencias argumentativas en dichos campos. De acuerdo con lo anterior, los estudiantes y las estudiantes reflexionan acerca de sus posturas teóricas y de los procesos asumidos en el debate, buscando recursos en el momento de argumentar, con el fin de fortalecer su desempeño (actuación en el debate). Por esta razón, asumen acciones durante el debate que les permiten reorientar la actividad, lo cual apoya la existencia de la tendencia argumentación metacognitiva desde el sentir- pensar-actuar.

9. Argumentación metacognitiva desde el conocimiento

Esta tendencia está enfocada a reconocer la fuerza que le imprime el conocimiento de los temas tratados a los argumentos expuestos por el estudiantado. El conocimiento específico le da sentido a las intervenciones y permite el empleo de diversos tipos de argumentos, como el movimiento de regateo, argumentos mediante

ejemplos y argumentos de carácter científico, social, ambiental, entre otros, para exponerlos en el debate con la finalidad de convencer o llegar a acuerdos con el grupo contrario. En

la tabla 2 mostramos, a manera de ilustración, expresiones elaboradas por los sujetos F3 y F1, que aportan a la tendencia argumentación metacognitiva desde el conocimiento.

Expresiones del sujeto F3 en el escenario de transgénicos vegetales		
Instrumento y técnica	Datos	Categoría de análisis
Escrito antes del debate <i>¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás en el debate y por qué?</i>	<i>Muy seguro porque defendemos la ciencia</i>	Argumento científico. Conciencia metacognitiva.
Video del debate	<i>...nosotros desde hace tiempo ya veníamos trabajando con eso, ...hicimos todas las investigaciones del caso, esto no va a tener ni efectos secundarios como ustedes dicen ni nada de eso (...)</i>	Argumento científico. Conocimiento metacognitivo.
Video del debate	<i>(...) yo no conozco nada que todo el mundo esté de acuerdo con lo mismo, ... pero lo que hay que tratar es que: llegar a un consenso, muy calmados para mostrar beneficios, y discutir los pros y los contra de todo.</i>	Argumento social
Expresiones del sujeto F1 en el escenario de transgénicos vegetales		
Escrito antes del debate <i>¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás en el debate y por qué?</i>	<i>Estamos seguros..., ya que la tecnología y los avances de la ciencia son un gran apoyo para la producción de vegetales.</i>	Argumento científico. Conocimiento metacognitivo
Audio de la planeación	<i>(...) demostrarles que es un método seguro, ¿cierto? (...) que si nosotros pensáramos que este método fuera nocivo para las personas no lo haríamos, ¿cierto?</i>	Argumento científico.
Video del debate	<i>(...) va a ser una producción segura, ...y que estará en contra de las plagas y toda clase de mecanismos (...)</i>	Argumento científico
Autoconfrontación <i>¿Qué esperabas obtener de la estrategia utilizada en la discusión? ¿Piensas que se logró? ¿Por qué?</i>	<i>(...) el trato. No se logró porque no tuvimos en cuenta muchos argumentos que el otro grupo iba a mencionar.</i>	Acuerdo. Monitoreo, evaluación.

Tabla 2. Expresiones de sujetos F3 y F1 relacionadas con la tendencia argumentación metacognitiva desde el conocimiento en el escenario de Transgénicos.

En la tabla 2, el sujeto F3 manifiesta seguridad en sus argumentos apoyándose en la importancia de la ciencia. Esta manera de argumentar ilustra la actividad de planeación grupal a favor de los productos transgénicos en las cuales participó. En el debate, el estudiante tiene en cuenta las estrategias planeadas y acude a un argumento científico con el cual expone que el uso de los transgénicos no traerá efectos secundarios, puesto que ellos han realizado investigaciones acerca del tema. Más adelante, en el video del debate, el estudiante se apoya en un argumento social, cuando señala que el reconocimiento de los pros y los contras de la propuesta puede aportar a la construcción de *consenso*. Luego aplica esta nueva estrategia, que no había sido tenida en cuenta en la planeación, la cual se constituyó al tiempo en una nueva ruta para llegar al acuerdo. Al final el estudiante reconoce que “no hubo trato, no se pudo resolver”. Con lo anterior se muestra claramente el lugar de los argumentos de carácter científico y social elaborados por el sujeto F3.

La argumentación metacognitiva desde el conocimiento, se manifiesta en las intervenciones del sujeto F1 (ver tabla 2), cuando soporta sus ideas en argumentos científicos, al explicar la importancia de los avances de la tecnología y de su implementación. Este carácter de argumento se reitera en el video del debate cuando señala que ese avance tecnológico no atentará contra el ambiente y las personas. En la autoconfrontación, el sujeto esperaba obtener el acuerdo, pero este no se logró porque explícitamente reconoce que no se anticiparon a los argumentos del grupo contrario.

Los análisis realizados ilustran la articulación entre el tipo de conocimiento (Tamayo-Alzate, 2006) y el argumento elaborado por el estudiantado. Asimismo, destacamos el valor de los procesos argumentativos en la construcción de conocimiento (Ruiz, 2012, Ruiz et al., 2011). Independientemente de si se logra o no acuerdo o consenso con apoyo en aspectos conceptuales, se destaca la imposibilidad de desagregar la acción argumentativa del componente conceptual. Además, nos señala cómo el carácter del argumento, sea este social, científico, ambiental, económico, religioso,

entre otros, se convierte en una herramienta con la que los estudiantes y las estudiantes apoyan sus intervenciones y, al mismo tiempo, recurren a diferentes estrategias para expresar su seguridad en el momento de exponer sus objetivos.

10. Argumentación metacognitiva desde la perspectiva ética¹¹

Esta tendencia reconoce aspectos éticos manifestados por el estudiantado en sus intervenciones a lo largo de la actividad propuesta. Una vez desempeñados los roles asignados a cada uno de los individuos estudiantes, ellos expresan sentirse de acuerdo o no con la responsabilidad delegada. En virtud de la búsqueda del acuerdo o de la persuasión, como finalidad de la actividad argumentativa, al parecer esta perspectiva ética asumida en el acto argumentativo dificulta que los estudiantes y las estudiantes tengan un buen desempeño, ya que los argumentos expuestos -dada la responsabilidad asumida en la actividad argumentativa- van en contravía de sus intereses, creencias o aspectos culturales, lo cual valora la importancia de las acciones autotéticas en los procesos de aprendizaje. Las expresiones mostradas en la tabla 3 reflejan la perspectiva ética de los sujetos E4, E2 y E3, dentro de la categoría argumentación metacognitiva.

11 Entendemos ética “...en un sentido “adjetivo” mediante el cual se trata de saber si una acción, una cualidad, una “virtud” o un modo de ser son o no “éticos” (Ferrater-Mora, 1964, p. 594).



Expresiones de los sujetos E4, E2 y E3 en el escenario del día del no carro		
Instrumento y técnica	Datos	Categorías de análisis
<p>Escrito antes del debate <i>Enumera tres dificultades que se te presentaron al concretar el plan ¿cómo las resolviste?</i></p> <p><i>¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás en el debate y por qué?</i></p> <p>Escrito después del debate <i>Describe cómo te sentiste con la posición que te correspondió defender y por qué.</i></p> <p><i>Enumera las tres principales dificultades que tuviste en el desarrollo de la discusión y cómo las resolviste.</i></p>	<p>Sujeto E4 <i>Que el punto de vista de nosotros es el más difícil, ya que estamos en contra del ambiente. Lo resolvimos: proponiendo cosas para llegar a un acuerdo, mas no para convencerlos.</i></p> <p><i>La verdad, no estoy muy seguro de mis argumentos, ya que todos debemos cuidar el ambiente y esto sería estar en contra.</i></p> <p><i>Mi posición fue en cierta parte mala, ya que estoy en contra de una excelente propuesta.</i></p> <p><i>Que todo el grupo en cierta forma estábamos de acuerdo con el día del no carro. La resolvimos: hasta un punto sostuvimos nuestros argumentos, pero después nos tocó aceptar los de ellos.</i></p>	<p>Conciencia metacognitiva. Propósito de la tarea. Planeación.</p> <p>Conciencia-ética.</p> <p>Conciencia-ética.</p> <p>Conciencia-ética. Argumentación.</p>
<p>Escrito antes del debate <i>Enumera tres dificultades que se te presentaron en concretar el plan y cómo las resolviste.</i></p> <p>Autoconfrontación <i>¿Qué esperaban obtener de la estrategia utilizada en la discusión?</i></p>	<p>Sujeto E2: <i>El punto de vista de nosotros es complicado para cumplir. Lo resolvimos: Planteando argumentos que busquen un acuerdo entre los dos.</i></p> <p><i>Desde el principio sabíamos que no íbamos a ganar la discusión pero sí tratamos de convencerlos.</i></p>	<p>Conciencia metacognitiva. Planeación. Argumentación.</p> <p>Conciencia metacognitiva. Argumentación.</p>
<p>Escrito antes del debate <i>¿Qué tan seguro estás de las ideas que plantearás en el debate y por qué?</i></p> <p>Escrito después del debate <i>Describe cómo te sentiste con la posición que te correspondió defender y por qué.</i></p> <p>Video del debate</p>	<p>Sujeto E3: <i>Más o menos porque existen más argumentos al estar de acuerdo con el día del no carro.</i></p> <p><i>Me sentí muy inseguro, ya que los recursos se nos agotaron.</i></p> <p><i>Bueno listo, lleguemos a un acuerdo y que exista el día del no carro.</i></p>	<p>Conciencia-ética.</p> <p>Conciencia metacognitiva.</p> <p>Propósito de la tarea.</p>

Tabla 3. Expresiones de los sujetos E4, E2 y E3, relacionadas con la categoría argumentación metacognitiva desde la perspectiva ética.

E4 manifiesta inconformidad con el papel asumido (ver tabla 3), pues para él es importante el cuidado del ambiente, lo que se ve fortalecido cuando al preguntársele *cómo se sintió con el papel que le correspondió defender*, responde: “Mi posición fue en cierta parte mala, ya que estoy en contra de una excelente propuesta”. Posteriormente, el estudiante señala como una dificultad para concretar el plan, el estar en contra de la propuesta del día del no carro y evidencia tener claro el objetivo de la tarea: “(...) llegar a un acuerdo”, sin embargo, no tiene certeza de poder convencer al grupo contrario, pues reconoce la fortaleza de los argumentos del grupo a favor del día del no carro.

E2 y E4 reconocen como una dificultad el punto de vista que les correspondió defender, pues debían estar en contra del día del no carro y, al igual que su compañero, sus creencias y principios no les permitieron desempeñar una buena defensa del papel asignado. Esto se debe, probablemente, a la intensa campaña cultural adelantada en el país para promover este tipo de iniciativas, como una forma de generar conciencia ciudadana y ambiental, aspecto que de acuerdo con los datos arrojados por el estudiante, es fundamental. Adicionalmente, en la auto-confrontación los estudiantes reconocen que desde la planeación tenían claro que no iban a ganar; sin embargo, trataron de convencer al grupo contrario, poniendo en juego argumentos para cumplir con el objetivo de la actividad.

E3 expresa estar inseguro del papel asignado -estar en contra del día del no carro-, al admitir que existen más argumentos que sustentan este tipo de propuestas, lo cual se evidencia en expresiones como: “Me sentí muy inseguro, ya que los recursos se nos agotaron”. Esto se debe al no convencimiento del papel asignado, lo que generó en el estudiante contradicciones desde su perspectiva ética, que no le permitieron lograr sus objetivos en la actividad; su inseguridad se confirma en el video del debate, cuando al verse sin recursos, por no sentirse identificado para defender su papel, acepta la propuesta del otro grupo, se deja convencer y propone llegar a un acuerdo.

En esta tendencia se encuentra en común cómo el estudiantado plantea argumentos que repercuten en su desempeño en la actividad. En

los tres escenarios propuestos, a los estudiantes les correspondía asumir cierta responsabilidad a favor o en contra de los problemas descritos en los escenarios. Las diferentes situaciones presentadas exigían de los estudiantes y las estudiantes poner en juego sus conocimientos, sus estrategias argumentativas y sus intereses, en función de lograr el propósito planeado antes de los diferentes debates. Sin embargo, es relevante anotar que el compromiso ético que el estudiantado manifestó en el momento de realizar la actividad fue determinante para el éxito de ella, pues si no se sentían identificados y conformes con el rol que debían asumir, este influiría notablemente en su desempeño.

11. Conclusiones

Los estudiantes y las estudiantes realizaban procesos metacognitivos al planear, ejecutar y evaluar sus argumentos desde el sentir-pensar-actuar. Los sentimientos, pensamientos y acciones identificados en sus procesos argumentativos no se presentaron de manera aislada, lo cual lleva a considerar una dependencia de las otras. El sentir se manifiesta cuando el sujeto estudiante muestra seguridad en las ideas expuestas, o al identificarse con el papel que le correspondió defender en el debate, lo cual lleva a cualificar los argumentos. Posteriormente, en el momento de exponer sus opiniones, piensan que las estrategias planeadas para dar la discusión fueron fructíferas. Los estudiantes y las estudiantes expresan lo que piensan apoyados en diversos argumentos que los llevaron a mejorar su desempeño en el debate.

En cuanto a la argumentación metacognitiva desde el conocimiento, se manifestó cómo el conocimiento que tiene el estudiantado de los temas tratados en los debates, les imprimía seguridad a sus intervenciones, lo que influyó de manera determinante en su desempeño argumentativo. El conocimiento de los temas fue evidente al justificar sus argumentos desde un carácter científico, social, ambiental, religioso y económico, apoyándose en estos para cumplir con el objetivo, ya fuera el de convencer o el de llegar a un acuerdo con el grupo contrario. Adicionalmente, los estudiantes y las

estudiantes recurrían al monitoreo y evaluación de los argumentos planteados, recurriendo a otros cuando eran conscientes de que no eran los pertinentes para cumplir con los objetivos.

La tendencia argumentación metacognitiva desde la perspectiva ética se evidenció en los sujetos estudiantes cuando al preguntárseles cómo se sintieron con el papel que les correspondió defender, manifestaron estar conformes o no. Esto se debe a que en algunos casos no se sentían identificados, puesto que iba en contra de sus principios, creencias o formas de concebir el mundo. Esta perspectiva ética determinó su desempeño, puesto que no estar convencidos de su rol, generó obstáculos para estructurar argumentos e implementar nuevas estrategias orientadas hacia los objetivos propuestos por los estudiantes y las estudiantes.

Comprender la argumentación metacognitiva y su expresión y potenciación en el aula de ciencias, requiere orientar esfuerzos al menos en tres direcciones: la primera, en cuanto a la selección de actividades de aula que potencien el desempeño argumentativo autorregulado de los individuos estudiantes; sin duda un valioso indicador de los aprendizajes en profundidad en clases de ciencias. La segunda, sobre el diseño de instrumentos y técnicas de investigación que nos permitan acercamientos cada vez más rigurosos al estudio de esta categoría. La tercera, sobre la importancia de articular de manera más fina las categorías metacognición y argumentación, de tal forma que nos permitan llenar de sentido la categoría aquí estudiada.

Por último, algunas de las limitaciones identificadas a lo largo de la investigación fueron: la asignación por parte del profesor o profesora de los distintos roles que desempeñaron los estudiantes y las estudiantes en los diferentes escenarios pudo incidir en sus desempeños; cierta dificultad en los profesores y profesoras para comprender de manera integrada la categoría argumentación metacognitiva, lo cual los llevaba a orientar acciones en las que se evidenciaba la argumentación o la metacognición de manera independientes; si bien la argumentación y la metacognición tienen suficiente tradición

investigativa en la enseñanza de las ciencias, son constructos teóricos y metodológicos de difícil aplicación en las aulas de ciencias por parte de los profesores y profesoras.

Lista de referencias

- Acosta, D. A. & Vasco, C. E. (2013). *Habilidades, competencias y experticias. Más allá del saber qué y el saber cómo*. Bogotá, D. C.: Corporación Universitaria Unitec, Universidad de Manizales, Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde).
- Andrews, R. (2010). *Argumentation in Higher Education. Improving Practice Through Theory and Research*. New York: Routledge.
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Bur, R. (2005). *La clase expositiva del profesor: Aspectos discursivos y relación con indicadores de funcionamiento metacognitivo*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de psicología. Recuperado el 20 de noviembre de 2013, de: <http://www.desdeel margen.com.ar/publicac/La%20Clase%20Expositiva%20del%20Profesor.doc>
- Candela, A. (2001). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México, D. F.: Paidós.
- Cardona, D. & Tamayo-Alzate, O. E. (2009). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 7 (2), pp. 1545-1571.
- Chomsky, N. (2004). *Estructuras sintácticas*. México, D. F.: Siglo XXI.
- Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In M. P. Jiménez-Aleixandre & S. Erduran (eds.) *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research*, (pp 47-69). New York: Springer.
- Ferrater-Mora, J. (1964). *Diccionario de Filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.

- García, J. J. (2003). *Didáctica de las ciencias: resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá, D. C.: Magisterio.
- Giere, R. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. México, D. F.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Grotzer, T. & Mittlefehldt, S. (2012). The Role of Metacognition in Students Understanding and Transfer of Explanatory Structures in Science. In A. Zohar & Y. J. Dori (eds.) *Metacognition in Science Education. Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, (pp. 79-99). New York: Springer.
- Guidoni, P. (1991). *Dinámica del coneixement. Curs de doctorat: Didàctica de las ciències i de les matemàtiques*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gunstone, R. F. & Mitchell, I. J. (1998). Metacognition and conceptual change. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (eds.) *Teaching Science for Understanding*, (pp. 133-163). California: Academic Press.
- Hartman, H. J. (1998). Metacognition in teaching and learning: an introduction. *Instructional Science*, 26, pp. 1-3.
- Izquierdo, M. & Aliberas, J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciències. Per un ensenyament de les ciències racional y raonable*. Colecció Materials 150. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environment. In M. P. Jiménez-Aleixandre & S. Erduran (eds.) *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research*, (pp. 91-115). New York: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Puig, B. (2010). Argumentación y evaluación de explicaciones causales. *Alambique*, 63, pp. 11-18.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. & Puig, B. (2012). Argumentation, Evidence Evaluation and Critical Thinking. In B. Fraser, C. McRobbie & K. Tobin (eds.) *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 1001-1015). New York: Springer.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Londoño, D. A. & Herrera, J. D. (2012). Coincidencias entre la Argumentación Pragmadialéctica y la Novíssima Retórica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (1), pp. 271-285.
- Martí, E. (1995). Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 72, pp. 9-32.
- Mason, L. & Santi, M. (1994). *Argumentation Structure and Metacognition in Constructing Shared Knowledge at School*. Padova: Universidad de Padova. Department of Educational Sciences.
- McDonald, C. H. & McRobbie, C. (2012). Utilising Argumentation to Teach Nature of Science. En B. Fraser, C. McRobbie & K. Tobin (eds.) *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 969-985). New York: Springer International Handbooks of Education.
- Mercer, N. (2009). Developing argumentation: Lessons learned in the primary school. In M. N. Muller & A. N. Perret-Clermont (eds.) *Argumentation and Education. Theoretical foundations and practice*, (pp. 177-194). Breinigsville: Springer.
- Muller, M. N., Perret-Clermont, A. N., Tartas, V. & Iannaccone, A. (2009). Psychosocial processes in Argumentation. In M. N. Muller & A. N. Perret-Clermont (eds.) *Argumentation and Education. Theoretical foundations and practice*, (pp. 67-90). Breinigsville: Springer.
- Osborne, J. (2012). The rol of Argument: Learning how to learn in School Science. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (eds.) *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 933-949). New York: Springer.
- Otero, J. (2009). Question generation and anomaly detection in texts. In D. J. Hacker, J. Dunlosky & A. C. Graesser (eds.) *Hand Book of Metacognition in Education*, (pp. 47-59). New York: Routledge.

- Poblete, O. C. A. (2005). Producción de textos argumentativos y metacognición. *Letras*, 47, (71), pp. 63-88.
- Ruiz, F. J. (2012). *Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria*. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis doctoral, Barcelona, España.
- Ruiz, F. J., Tamayo-Alzate, O. E. & Márquez, C. (2011). *Teachers' change of conceptions on argumentation and its teaching*. Lyon: Esera.
- Sampson, V. & Grooms, J. (2009). Promoting and supporting scientific argumentation in the classroom: The evaluate alternatives instructional model. *The Science Scope*, 33 (1), pp. 66-73.
- Sanmartí, N. & Jorba, J. (1996). *Importancia del lenguaje en la evaluación del proceso de construcción de los conocimientos científicos*. Seminario Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Schraw, G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, 26, pp. 113-125.
- Schraw, G., Olafson, L., Weibel, M. & Sewing, D. (2012). Metacognitive knowledge and field-based science. In A. Zohar & Y. J. Dori (eds.) *Metacognition in Science Education*, (pp. 57-77). Breinigsville: Springer.
- Schwarz, B. B. (2009). Argumentation in Learning. In M. N. Muller & A. N. Perret-Clermont (eds.) *Argumentation and Education*. Theoretical foundations and practice, (pp. 91-126). Breinigsville: Springer.
- Tamayo-Alzate, O. E. (2006). La Metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Los bordes de la pedagogía: del modelo a la ruptura*. Bogotá, D. C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Tamayo-Alzate, O. E. (2013). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9, (17), pp. 211-233.
- Thomas, G. P. (2012). Metacognition in Science Education: Past, Present and Future Considerations. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (eds.) *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 131-144). New York: Springer.
- Toulmin, S. (1977). *La racionalidad humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Van Dijk, T. A. (comp.) (1989). *Handbook of discourse analysis*. Londres: Academic Press.
- Veenman, M. V. J. (2012). Metacognition in Science Education: Definitions, Constituents, and their Intricate Relation with Cognition. In A. Zohar & Y. J. Dori (eds.) *Metacognition in Science Education*, (pp. 21-36). USA: Springer.
- Zohar, A. (2012). Explicit teaching of metastrategic knowledge: definitions, students' learning, and teachers' professional development. In: Zohar, A. & Dori, Y. J. (eds.) *Metacognition in Science Education*, (pp. 197-223). Breinigsville: Springer.
- Zohar, A. & Dori, Y. J. (2012). Introduction. In A. Zohar & Y. J. Dori (eds.) *Metacognition in Science Education*, (pp. 1-19). Breinigsville: Springer.
- Zoller, U. & Levy, T. (2012). From teaching to Know to learning to Think in Science Education. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (eds.) *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 209-229). New York: Springer.