

La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza^I

Francisco Javier Ruiz Ortega^{II}
Oscar Eugenio Tamayo Alzate^{III}
Conxita Márquez Bargalló^{III}

Resumen

La argumentación en ciencias es un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. El objetivo central de nuestra investigación es proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias. La información recogida para nuestro propósito y analizada bajo el enfoque cualitativo, se obtiene del proceso realizado por una docente que participa en un proceso de reflexión crítica sobre la argumentación y su propio desempeño. Los resultados resaltan la importancia que tiene para el docente profundizar en tres aspectos centrales de un modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias: el epistemológico, el conceptual y el didáctico. De igual manera, se muestra cómo la identificación de estos aspectos tanto en el pensamiento como en el desempeño de la docente y su relación, permite construir un modelo para la enseñanza de la argumentación en ciencias.

Palabras clave

Argumentación en ciencias – Modelos de enseñanza – Pensamiento docente – Desempeño docente.

I- Agradecimientos a la Universidad de Caldas, Manizales-Colombia y al grupo Llenguatge i Ensenyament de les Ciències de la Universidad Autónoma de Barcelona (LIEC). Referencia-2009SGR1543- AGAUR y financiado por la Dirección General de Investigación, Min-Educación y Ciencia-EDU2012-38022-C02-02).

II- Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia

Contactos: francico.ruiz@ucaldas.edu.co;
oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

III- Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Cataluña, España.

Contacto: conxita.marquez@uab.es

A model for teaching argumentation in science class

Francisco Javier Ruiz Ortega^I
Oscar Eugenio Tamayo Alzate^{II}
Conxita Márquez Bargalló^{III}

Abstract

Argumentation in science is a dialogic process and a fundamental tool for the co-construction of more meaningful understandings of the concepts discussed in class. Therefore, it is one of the responsibilities to be assumed explicitly in science teaching and learning. The central aim of our research is to propose a model for teaching argumentation in science. We have collected and analyzed qualitatively information from a teacher who participates in a critical reflection process on argumentation and her own performance. The findings evidence how important it is for teachers to deepen their knowledge of epistemological, conceptual and teaching aspects, which are key to a model for teaching argumentation in science. Similarly, we show how identifying these aspects both in the teacher's thought and performance, and the relationship between them, allows constructing a model for teaching science argumentation.

Keywords

Argumentation in science – Teaching models – Teachers' thought – Teachers' performance.

I- Acknowledgements: Universidad de Caldas, Manizales-Colombia and group LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona. Reference-2009SGR1543-AGAUR and supported by Dirección General de Investigación, Min-Educación y Ciencia-EDU2012-38022-C02-02).

II- Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia

Contacts: francico.ruiz@ucaldas.edu.co;
oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

III- Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Cataluña, España.

Contact: conxita.marquez@uab.es

Introducción

Enseñar y aprender ciencias es un proceso dialógico que, además de realizarse entre docentes y estudiantes, está inmerso en contextos particulares y, a la vez complejos. Esta situación invita a reflexionar en cómo convertir el aula de ciencias, en un escenario que dé relevancia no sólo a los sujetos desde sus historias de vida, sus modelos mentales e intereses, sino también desde las formas de comunicar y construir la ciencia en el aula; en perspectiva de Mockus (2012) a dar relevancia también al uso intensivo de lenguajes o de nuevos modos comunicativos. En otras palabras, promover debates y discusiones en pequeños grupos, es un medio eficaz para lograr no sólo la co-construcción de comprensiones colectivas y más significativas, sino también para facilitar la construcción de sentido sobre los conceptos y con ello la transferencia consciente de los mismos a contextos externos al aula.

En este sentido, el documento que se expone a continuación tiene como objetivos, en primer lugar, mostrar desde una reflexión teórica la relevancia que tiene el lenguaje, particularmente la argumentación, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, en segundo lugar, presentar una propuesta de modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias. Modelo que ha sido construido desde las relaciones identificadas en las dimensiones: pensamiento y desempeño, de una docente¹, quien participó en un proceso de reflexión crítica sobre la enseñanza de la argumentación en ciencias. Las relaciones se establecen entre tres componentes que consideramos que caracterizan los modelos de enseñanza de la argumentación: a) el epistemológico, hace referencia a qué lugar ocupa, según la docente, la argumentación en la construcción de la ciencia; b) el conceptual, vinculado con la concepción que tiene la

1- Por limitaciones de espacio sólo presentamos el análisis de una docente, pero la propuesta de modelo se construye desde los datos identificados en los cinco docentes participantes en el proceso de reflexión crítica.

docente sobre la argumentación en ciencias y, c) el didáctico, relacionado con el cómo considera que debe promoverse la argumentación en clase de ciencias y qué acciones desarrolla la docente en sus clases para alcanzar dicho objetivo. A continuación realizamos la discusión sobre la importancia de la argumentación para los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, para dar paso al planteamiento de la argumentación en clase de ciencias.

El lenguaje, un elemento central para construir y comunicar la ciencia

Diferentes autores (BAKER, 2009; BRAVO; PUIG; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2009; CAZDEN, 1991; HENAO; STIPCICH, 2008; LARRAIN, 2007; SCHWARZ, 2009; SUTTON, 2003), han señalado el papel protagonista del lenguaje, no sólo en la construcción de la ciencia, sino también en su comunicación a través de la enseñanza y, sin ninguna discusión, en el proceso de aprendizaje. En esta misma línea de pensamiento podemos decir que los sujetos, desde el uso que hacen del lenguaje, dan sentido a los hechos, confrontan y llegan a consensuar las explicaciones científicas (IZQUIERDO; SANMARTÍ, 2000).

La enseñanza y aprendizaje como acción social, exige mejorar los procesos de interacción comunicativa (HENAO; STIPCICH, 2008), procesos en los cuales el desarrollo de la argumentación, tanto en los currículos escolares, como en su concreción en el aula, es prioritario en función del logro de aprendizajes en profundidad de los temas estudiados (CHIN; BROWN, 2000). Concebir la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva discursiva permite, de una parte, hacer explícito el lenguaje usado por los científicos y adecuar sus usos e interpretaciones según los diferentes contextos de aplicación. De otra parte, da herramientas a los estudiantes para la comprensión del trabajo de los científicos y de los patrones temáticos propios del conocimiento científico,

asimismo, posibilita la construcción de procesos conscientes e intencionados, mediados por los usos del lenguaje, en función de la comprensión de los fenómenos (SUTTON, 2003).

En la línea de pensamiento anterior Schwarz (2009), propone que los esfuerzos de la escuela deben dirigirse hacia el diseño de contextos de argumentación y hacia el planteamiento de escenarios dialógicos en los cuales, los estudiantes se impliquen desde el reconocimiento no sólo de sus objetivos personales, sino también desde la identificación de los objetivos y metas de todos los participantes en las interacciones comunicativas.

En definitiva, asumimos que promover las prácticas argumentativas en el aula de clase, conlleva reconocer que la argumentación es una actividad social. Dicha actividad permite, en el estudiante, la cualificación en los usos de lenguajes, el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, la comprensión de los conceptos y teorías estudiadas y la formación como un ser humano crítico, capaz de tomar decisiones como ciudadano (SARDÀ; SANMARTÍ, 2000).

Modelos de enseñanza de la argumentación en ciencias

Es reciente la relevancia que se ha dado a la enseñanza explícita de la argumentación en el aula (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; JIMENEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO; DUSCHL, 2000; KAYA; ERDURAN; CETIN, 2012; SAMPSON; GROOMS, 2009; ZOHAR; NEMET, 2012). Precisamente, es en este campo donde queremos hacer énfasis, intentando aportar aspectos significativos para acercarnos a proponer un modelo que ayude a resolver la pregunta ¿cómo promover procesos argumentativos en el aula de ciencias? Al respecto, sabemos que en el campo de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, hablar de modelo de enseñanza es hacer referencia a la propuesta concreta que desarrolla el docente en el aula de clase dirigida hacia unos objetivos educativos específicos.

Investigaciones en el campo de la modelización de las prácticas de los docentes en el aula, destacan la relación entre lo que piensa el docente y su desempeño en los procesos de programación y práctica de aula (CZERNIAK; LUMPE; HANEY, 1999; CLARK; PETERSON, 1986; CHAN, 2004; GIL; RICO, 2003; HANCOCK; GALLARD, 2004). En cuanto a la modelización de los procesos argumentativos en las aulas de ciencias se hace entonces imprescindible comprender las relaciones entre las dos dimensiones antes expuestas: el pensamiento y el desempeño del docente en el aula.

Ante la situación antes mencionada, el trabajo realizado y que presentamos en este texto tiene como objetivo, proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias apoyado en las relaciones entre los aspectos: epistemológico, conceptual y didáctico, aspectos que consideramos que caracterizan un modelo de enseñanza de la argumentación, por razones como las que se exponen a continuación.

En relación con el aspecto epistemológico, considerar que la argumentación es una de las competencias a desarrollar en el aula de ciencias, exige, entre otras cosas, situarse en una perspectiva epistemológica que dé valor a la crítica y a la argumentación, como acciones indispensables para la construcción tanto del conocimiento científico como de la ciencia escolar (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; ERDURAN; ARDAC; YAKMACI-GUZEL, 2006). De igual manera, la argumentación es una acción que facilita la explicitación de las representaciones internas que tienen los estudiantes sobre los fenómenos estudiados, el aprendizaje de los principios científicos y, a su vez, potencia la comprensión de la actividad cognitiva en sí misma del sujeto al construir la ciencia.

En relación con lo conceptual, podemos decir que desarrollar procesos argumentativos en el aula requiere entre otras cosas aceptar la argumentación como: a) proceso dialógico, donde toma relevancia el debate, la crítica, la toma de decisiones, la escucha y el respeto por el saber

propio y del otro; b) proceso que promueve en los estudiantes la capacidad para justificar, de manera comprensible, la relación entre datos y afirmaciones y, c) proceso que promueve la capacidad para proponer criterios que ayuden a evaluar las explicaciones y puntos de vista de los sujetos implicados en los debates. Es esta conceptualización la que invita a que en el aula se trabajen, desde la conformación de grupos de discusión (MERCER, 2001; OSBORNE, 2012), contenidos que sirvan de pretexto para exteriorizar el razonamiento argumentativo de los estudiantes y, con ello, mostrar que la ciencia, en el aula, es factible de ser co-construida (FENSHAM, 2004; 2005; LEWIS; LEACH, 2006).

Por último, en cuanto al aspecto didáctico, se debe reconocer que la construcción de la ciencia escolar, demanda hablar sobre ella, y aquí, el lenguaje es el vehículo que permite intercambiar significados, consensuar, explicar o aclarar inquietudes. Por ello, dar relevancia al lenguaje como mecanismo para co-construir conocimiento, exige poner énfasis en los procesos de interacción dialógica donde la argumentación ocupa un lugar relevante (OSBORNE; SIMON; COLLINS, 2003; SCOTT; MORTIMER; AGUIAR, 2006; WOLFE; ALEXANDER, 2008). Son procesos dialógicos que transforman la acción monológica y autoritaria del docente en una acción mediadora y promotora de espacios adecuados para la indagación y para las discusiones grupales. En ellos, se permite exponer puntos de vista, criticarlos y, posiblemente, lograr consensos en favor de la construcción de conclusiones más significativas y más comprensibles sobre los fenómenos o temas estudiados.

Objetivo de la investigación

Proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias que considera las relaciones entre los aspectos epistemológico, conceptual y didáctico.

Método

Contexto de la investigación

En la investigación, desarrollada en una institución pública de la ciudad de Manizales (Colombia), participaron cinco docentes de Educación Primaria. En esta ocasión, como lo manifestamos anteriormente, por limitaciones de espacio y para mostrar un panorama completo del análisis y los resultados obtenidos, sólo discutiremos el modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias de una de las docentes participantes. Algunas de las características de esta docente y del grupo en el cual ella orienta sus clases, son las siguientes:

- La experiencia laboral de la docente en el área de ciencias es de 19 años.
- Es su primera participación en un proceso donde se discute sobre la argumentación en ciencias y sus implicaciones para su enseñanza.
- La edad de los estudiantes oscila entre los 9 y 10 años de edad, provienen de bajos niveles socioeconómicos.
- El grupo, en total, lo integran 29 estudiantes, quienes, por la naturaleza tradicional de las clases no están acostumbrados a participar en espacios de discusión grupal.

Proceso de intervención y obtención de la información

En este punto queremos resaltar dos actividades globales que permitieron la obtención de información para lograr el objetivo planteado:

En primer lugar, la aplicación de cuestionarios y entrevistas. En relación con los cuestionarios, debemos decir que se aplicó al inicio y al final del proceso, un cuestionario compuesto por seis preguntas de carácter abierto. El primer momento de aplicación fue antes de iniciar los encuentros de reflexión crítica y, el segundo, siete meses después, una vez realizados todos los encuentros programados. Una vez terminadas la segunda y la tercera clase, se aplicó a la docente dos

entrevistas semiestructuradas las cuales fueron registradas en audio y en video y tuvieron como eje de discusión, entre otros puntos: las finalidades de la enseñanza, la identificación de procesos argumentativos en las clases grabadas, las actividades evaluativas realizadas por los docentes y las limitaciones y potencialidades del proceso.

En segundo lugar, el desarrollo de los encuentros de reflexión crítica (ERC) y la grabación de las clases. Se realizaron tres ERC diseñados a partir del reconocimiento de que la práctica del docente es un lugar de producción de conocimiento; lugar donde cada docente se asume como agente de cambio y de intervención en el proceso de formación de los estudiantes. Por lo tanto, está invitado a consolidar una cultura de colaboración (HARGREAVES, 2005) o una comunidad de aprendizaje que además de compartir las experiencias docentes, permitan dar sentido y significado a dichas experiencias y enriquecerlas desde las comprensiones individuales (NIELSEN, 2012) para transformar su propia realidad escolar. Finalmente, en relación con la grabación de las clases, se recogieron y analizaron las programaciones de tres clases. La ejecución de cada clase fue registrada en audio y video. La primera antes de iniciar el proceso de reflexión crítica y con una duración de 120 minutos. La segunda clase, después de haberse realizado el primer ERC (su duración fue de 90 minutos). La última clase, después de haberse realizado el segundo ERC, (su duración fue de 90 minutos).

Proceso de análisis de la información

El análisis, de corte descriptivo-comprensivo, se realiza en cuatro momentos del proceso y se apoya, específicamente, en el análisis del discurso de la docente, tanto oral (clases, entrevistas y ERC), como escrito (programaciones y cuestionarios). La

construcción de las categorías que se obtienen del análisis de los datos, tuvo dos vías complementarias. La primera, inductiva, que corresponde a la construcción, nominación y descripción de categorías que emergen de la información registrada desde tres fuentes de información: el cuestionario, las programaciones y los registros en audio y video (clases, ERC y entrevistas). En el proceso se identifican palabras o frases con sentido, en los datos, para ir configurando una nominación o codificación concreta que luego se convierte, por la relevancia y frecuencia de aparición, en familias útiles para graficarse y establecer relaciones. La segunda vía, que complementa la anterior, se da con la aplicación de un proceso deductivo; es decir, mediante la utilización y aplicación de referentes teóricos para los componentes analizados. Aquí se establecen relaciones, cuando es posible hacerlo, entre los datos y los presupuestos teóricos expuestos en las diferentes investigaciones realizadas en este campo.

Desde esta perspectiva, se analizaron los tres aspectos mencionados, de la siguiente manera:

a) El aspecto epistemológico, en el pensamiento de la docente, se analizó desde la relación que la maestra expone entre la argumentación y la ciencia. Relación identificada en los textos orales y escritos expuestos por la docente en cuestionarios, entrevistas y encuentros de reflexión crítica. En la práctica de aula (desempeño), el estudio de este aspecto epistemológico se hizo a partir de identificar si la argumentación era una de las finalidades planteadas por la docente en sus programaciones de clase.

b) El aspecto conceptual se estudió, en el pensamiento docente, a partir del significado que la maestra da en cuestionarios, entrevistas y encuentros de reflexión crítica, a lo que para ella es argumentar en clase de ciencias. Y en la práctica de aula, a partir del análisis del tipo de contenidos que la docente programa para ser enseñados en sus clases.

c) El aspecto didáctico, en el pensamiento de la docente, se estudió a partir de la manifestación

explícita en cuestionarios, entrevistas y encuentros de reflexión crítica, del tipo de actividades y criterios que deben tenerse en cuenta para potenciar la argumentación. En la práctica se analiza el tipo de preguntas que la docente plantea para lograr procesos argumentativos en el aula.

Análisis de resultados

Los datos, como se manifestó en el apartado anterior, se obtuvieron de varias fuentes: cuestionarios, entrevistas, clases, programaciones y encuentros de reflexión crítica. A continuación mostramos, a modo de ejemplo, el análisis realizado de algunos de los datos identificados, tanto en el pensamiento como en el desempeño de la docente.

- Análisis del aspecto epistemológico identificado en el pensamiento de la docente. La situación analizada corresponde a una pregunta del cuestionario y que permitió conocer la relación que la docente establece entre la argumentación y la ciencia al inicio y al final del proceso

La dieta juega un papel principal en la etiología y prevención del cáncer.

Investigaciones de varias procedencias, proporcionan una fuerte prueba de que verduras, frutas, cereales integrales, fibra dietética, ciertos micronutrientes, algunos ácidos grasos y la actividad física, protegen contra algunos cánceres.

Dos de los posibles caminos que se transitaron para llegar a estas conclusiones fueron los siguientes:

a. La observación y experimentación objetiva y directa de los científicos sobre el fenómeno (cáncer y su relación con la alimentación)

b. La negociación entre los integrantes de las comunidades científicas, en donde se presentaron, discutieron y validaron las pruebas y conclusiones de las observaciones y experimentos realizados.

Frente a lo expuesto anteriormente, ¿Crees que los dos procesos son igual de importantes para la construcción de la ciencia? Justifica tu respuesta.

Fonte: Fragmento del cuestionario elaborado para esta investigación

Las respuestas dadas por la docente en el cuestionario inicial y final fueron las que se muestran a continuación:

Texto 1(inicial): Los dos procesos son importantes para la construcción de la ciencia porque en el proceso de la enseñanza de la ciencia debe existir la experimentación, observación, comparación, análisis, comprensión y diálogo con otras personas que hacen el mismo experimento e investigación y llegar así a unas conclusiones.

Texto 2 (final): Creo que los dos procesos son igual de importantes para la construcción de la ciencia... y así poder generar hipótesis, presentar, discutir y validarlas (y llegar). Para llegar a conclusiones es necesario primero observar y experimentar objetiva y directamente... luego socializar con otros científicos para discutir, validar las evidencias obtenidas y con ellos ampliar compartir, debatir estas experiencias y conclusiones y llegar a otras.

Fonte: Fragmento de la respuesta emitida por uno de los docentes

Obsérvese que la docente, si bien en las dos respuestas da importancia a la negociación, la observación y la experimentación, es en la segunda respuesta donde ella incorpora elementos más claros y potentes para establecer la relación argumentación y construcción de la ciencia. En esta respuesta, la docente reconoce que la interacción comunicativa entre los sujetos permite llegar a la construcción de conclusiones, validarlas o ampliarlas. Perspectiva acorde con planteamientos que valoran los procesos comunicativos y, en ellos, a la argumentación, como acción necesaria para la construcción y avance de las teorías científicas.

El aspecto epistémico identificado en el desempeño de la docente, obtenido a partir de analizar las finalidades en sus programaciones de aula, muestra que sólo en la tercera clase se planteó de manera explícita la argumentación como competencia a desarrollarse en el aula.

Tabla 1. Relación de las finalidades propuestas por la docente en sus programaciones de clase.

Programación	Finalidades
Primera	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el concepto de materia Diferenciar las propiedades generales y específicas de la materia Enunciar el concepto de materia y establecer sus propiedades generales y específicas. Identificar las características comunes de todos los cuerpos. Diferenciar y explicar los estados de la materia.

Segunda	<p>Comparar las diferentes clases de energía que utilizamos continuamente en el hogar.</p> <p>Identificar las diferentes fuentes de energía</p> <p>Explicar las diferentes fuentes de calor y su aplicación</p> <p>Valorar el uso adecuado que el hombre hace de la combustión para suplir necesidades</p>
Tercera	<p>Expresar de manera oral, respuestas argumentadas a preguntas.</p> <p>Describir y explicar el uso del sonido en algunos aparatos, los cuales se utilizan de forma adecuada</p> <p>Explicar cómo se propaga el sonido</p>

Construcción propia

En la tabla 1 se puede notar además, que las finalidades en la primera programación se orientan hacia contenidos declarativos y sin relación con aspectos que posiblemente toquen al estudiante desde su cotidianidad. En la programación dos, si bien la argumentación sigue ausente, las intencionalidades propuestas presentan elementos de orden contextual y valoral. En la tercera programación, la argumentación como competencia a desarrollar es un propósito que surge en este momento del proceso, marcando así una diferencia importante en relación con los dos momentos anteriores. Hay, en esta finalidad, dos elementos notables. Primero, que la intención de desarrollar la competencia argumentativa, no está sometida o condicionada a referentes conceptuales, sin ignorar que son necesarios para lograr el propósito, pero lo que importa es la acción específica independientemente de los contenidos declarativos. Segundo, que en esta intencionalidad hay acercamientos a considerar la importancia de la pregunta como mecanismo de desarrollo de la argumentación.

- Análisis del aspecto conceptual identificado en el pensamiento de la docente. La actividad analizada corresponde al cuestionario. A continuación se presenta el enunciado de la pregunta.

Si te invitaran a dar una charla en un evento sobre argumentación en clase de ciencias ¿qué explicación darías de lo que supone argumentar en clase de ciencias?

Fonte: Fragmento del cuestionario elaborado para esta investigación

A continuación se expone el concepto dado por la docente en las dos aplicaciones del cuestionario.

Las dos respuestas elaboradas por la docente fueron:

Texto 1 (inicial): La explicación que haría sobre lo que es argumentar en clase de ciencias es la siguiente: argumentar en ciencias supone deducir, sacar en claro, probar, demostrar, exponer ante los demás; utilizando un lenguaje claro, sencillo para que se llegue a una buena comunicación.

Texto 2 (final): Argumentar en clase de ciencias es expresar lo que comprenden desde su propia cotidianidad, refutar conceptos si es necesario, decir el porqué de las cosas, y explicar generando un ambiente de socialización donde se pueda debatir.

Fonte: Fragmento de la respuesta emitida por uno de los docentes

Se observa en el primer texto que el concepto de la argumentación resalta elementos estructurales (pruebas) desde los procesos demostrativos. En la segunda respuesta la docente expone, al menos, cuatro elementos importantes en su concepción. El primero, reconocer que en la argumentación importa el contexto de los estudiantes. El segundo elemento, la interacción dialógica entre las personas, una interacción que se basa en acciones de refutación de conocimientos. El tercer elemento, la presentación de conceptos y puntos de vista, un aspecto necesario para construir el contenido de los debates. El cuarto y último aspecto, la creación de ambientes adecuados en los cuales se pueda debatir, una tarea que compete a docente y estudiantes, pues será necesario no sólo ofrecer el espacio para el debate, sino también que en él se promuevan y se manifiesten actitudes de respeto y de escucha hacia el otro.

Ahora bien, el análisis realizado, para determinar el desempeño, a partir de las grabaciones realizadas en el aula, sobre el tipo de ciencia que la docente lleva al aula muestra lo siguiente:

Tabla 2. Fragmentos de clase en los cuales se expone el tipo de ciencia que circula en el aula.

Fragmento de clase 1	Fragmento de clase 3
1:40 D1: a ver a ver a ver espere empecemos a exponer con la guía el trabajo	1:105 As: *[no, se descomponen entre 80 y 90 años es un siglo
1:41 Aa(1): aquí dice aquí hay varios cuadros con materiales con materia, entonces por ejemplo aquí hay una mesa de madera esto es arti esto es material artificial porque la madera viene de la madera de los árboles	1:106 Ma: *[ustedes trajeron una información que era 80, ellos que 500 y ustedes que un siglo, vamos a consultar más, vamos a consultar más, o depende, puede que todos tengan la razón a ver ustedes ¿qué pueden opinar? ¿por qué podrán tener ellos la razón ellos que 500, ellos que 100 o ellos que 80?, a ver, ¿por qué?
1:42 D1: ¿y la madera que viene de los árboles es qué	1:107 Aa: es un siglo
1:43 As: natural	1:108 Ma: a ver Tomás
1:44 D1: ¿qué reino?	1:109 Ao: es un siglo
1:45 Aa(1): ¿qué reino?	1:110 Ma: y ellos dijeron que 500
1:46 Ao(x): vegetal	1:111 Aa: *es un siglo
1:47 D1: muy bien ((en ese momento la estudiante que está hablando al frente le pide a dos de sus compañeros que sigan con la lectura de las respuestas, pero ninguno lo acepta y ella decide continuar exponiendo el trabajo))	1:112 Ma: ¿qué pasa ahí?, ahí debe haber algo, ¿qué pueden opinar acerca de por qué unos dicen que un siglo, otros que 500?, ¿por qué?
1:48 Aa(1): el cuaderno el cuaderno pues también puede ser artificial o natural	1:113 Ao: **porque unos son más grandes que otros (...)
1:49 D1: es artificial	1:114 Ma: ** bueno eso podría ser una razón, ¿por qué más?
1:50 Aa(1): ¿artificial?	
1:51 D1: sí	

Construcción propia

En el fragmento de la clase uno, observamos características de una ciencia dogmática, una ciencia que no admite discusiones y en donde se exigen respuestas únicas, verdaderas. Este fragmento, aunque en el diálogo hay una clara intención de promover la participación de los estudiantes y tener en cuenta sus ideas, termina siendo una interacción que, a través de preguntas convergentes o descriptivas (¿qué reino? O si el cuaderno es artificial o natural, en

negrita), busca obtener respuestas únicas que no admiten cuestionamientos. En el fragmento de la clase número tres, el conocimiento que está en la base de los diálogos, es un conocimiento que se intenta co-construir mediante interacciones dialógicas. Aquí se invita a que los estudiantes expongan sus conocimientos, los confronten e intenten llegar a conclusiones producto de sus discusiones. Nótese que el desarrollo de la argumentación se apoya en el uso de interrogantes de orden evaluativo o frases como: ¿qué pueden opinar? ó, y ellos dijeron que 500; y de orden causal como: ¿por qué podrán tener ellos la razón ellos que 500, ellos que 100 o ellos que 80?, a ver, ¿por qué?, ¿qué pasa ahí?, ¿por qué más? Con estas preguntas se crea una situación adecuada para invitar a los estudiantes a valorar, a exponer pruebas y muy posiblemente a adherirse o refutar la información que expone uno de los grupos. Una muestra de cómo la docente intenta acercar la ciencia escolar a sus estudiantes y de cómo pretende debatirla y co-construirla en el aula.

- Análisis del aspecto didáctico identificado en el pensamiento de la docente. La actividad que se analiza hace parte del cuestionario. La situación propuesta fue la siguiente:

Expresa dos criterios que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.

Fonte: Fragmento del cuestionario elaborado para esta investigación

Texto 1 (inicial): Desarrollo intelectual de los niños y niñas, capacidad de comprensión y análisis.

Texto 2 (final): El don de escuchar todas las respuestas dadas para poder volver a replantear nuevas preguntas donde los estudiantes expongan su pensamiento, para poder desarrollar su pensamiento crítico.

El contexto que nos rodea, la edad de los estudiantes, brindar la oportunidad de que los niños y niñas expresen lo que conocen mediante diferentes actividades.

Fonte: Fragmento del cuestionario elaborado para esta investigación

En el primer texto, se puede notar que la perspectiva conceptual sobre el aprendizaje, se aleja de las propuestas socioculturales – sobre las cuales se apoya el desarrollo de la argumentación en el aula–, pues según la docente, el aprendizaje depende del desarrollo del individuo. En el segundo texto, se identifican elementos que resaltan la relación entre docente, estudiantes, saber y contexto. En esta respuesta vemos que la docente reconoce su rol cuando expone que ella debe saber escuchar a sus estudiantes para poder replantear los cuestionamientos o, sobre ellos, realizar nuevas preguntas que permitan exponer y desarrollar pensamiento crítico, una de las metas centrales de la enseñanza

de las ciencias, en la cual, la argumentación tiene un lugar importante. El estudiante, se reconoce cuando se lo acepta como un individuo con conocimientos y promotor de su propio aprendizaje; el saber, se reconoce cuando la docente expresa, debemos escuchar sus respuestas, aquí se valora implícitamente el análisis del contenido de las participaciones para favorecer nuevos debates, y el contexto, cuando expone la importancia de conocer a sus estudiantes, como elemento o factor necesario para dar sentido a las discusiones establecidas en los intercambios comunicativos.

En el aula, el aspecto didáctico se analiza desde el tipo de preguntas que la docente plantea a sus estudiantes.

Tabla 3. Fragmentos de clase en los cuales se identifican los tipos de pregunta utilizadas por la docente en el aula de clases.

Fragmento de la clase 1	Fragmento de la clase 3
1:42 Ma: y la madera que viene de los árboles es qué	1:255 Ma: violín, entonces la pregunta es, le quedó muy bonito Jhonatan ¿^crees que el violín se escuchará igual bajo el agua? ahora de lo que hemos dicho me van a decir el por qué sí o por qué no, Emanuel, te sientas bien, ¿crees que el violín se escuchará igual bajo el agua?
1:43 As: natural	1:256 As: no:::
1:44 Ma: ¿qué reino?	1:257 Ma: no::: mi amor cada uno me va a decir el por qué, pero alza la mano y vamos a escuchar a quien va a hablar, Emanuel ((se queda callado)) Carlos
1:45 Aa(1): ¿qué reino?	1:258 Ao(1): *no porque al estar bajo el agua suena más despacio
1:46 Ao(x): Vegetal	1:259 Ao(2): ¿suena?
1:53 Ma: por qué ** no no no ellos ellos	1:260 Ma: dejémoslo a él, estamos respetando, (nombra a una estudiante)
1:54 As: porque viene de las hojas de los árboles y que es del reino vegetal	1:261 Aa(3): * yo digo que si,
1:62 Ma: Artificial	1:262 Ma: ¿por qué?
1:63 Aa(1): porque ya viene procesado	1:288 Ma: vamos con, los que están levantando la mano, no, vamos con Julián, ¿crees que el violín se escuchará igual bajo el agua?
1:64 Ma: ya está procesado, muy bien	1:289 Ao(10): No
1:65 Aa(1): aquí había una jarra con agua cierto? Entonces algunos lo tomaron por el vidrio que es que es artificial y nosotros lo tomamos por el agua que había ahí entonces lo pusimos art natural	1:328 Ma: pero ahorita estábamos hablando que por dónde se mueve mejor el sonido, si por el agua, o en el aire o por los gases o por los sólidos, y ¿el agua es sólido?
1:66 Ma: ¿el agua es?	1:329 As: * no:::
	1:330 Ma: * ¿qué es el agua?
	1:331 As: * liquido
	1:332 Aa(18): es una fuente de energía
	1:333 Ma: ¿qué es?
	1:334 As: es una fuente de energía
	1:335 Ma: bueno ¿qué más? Hablando de estados de la materia, es un líquido y ¿qué acabamos de decir que por qué se transmite mejor por los sólidos?

Fuente: Construcción propia

En el fragmento de la clase uno, identificamos preguntas de generalización (líneas 1:44: ¿qué reino? y 1:66: ¿el agua es?), con ellas, se plantea la relación del contenido teórico con la situación que se estudia. El otro tipo de pregunta identificada en este mismo episodio, es una pregunta causal (línea 1:53), que invita al estudiante a exponer el por qué de una acción o participación, movilizándolo a presentar pruebas o justificaciones que apoyen sus afirmaciones. En el fragmento de clase tres, se lograron identificar otros tipo de preguntas: predictivas, causales o de justificación y de generalización. Con las primeras, se invita al planteamiento de hipótesis y al cuestionamiento de posibles comportamientos de hechos o fenómenos (líneas, 1:255; 1:288); con las causales, se exige la presentación de pruebas para apoyar afirmaciones (líneas, 1:257; 1:262), y con las últimas, las de generalización, se pide la relación del contenido de la participación con el concepto analizado (líneas: 1:328; 1:330).

Características del modelo para la enseñanza de la argumentación en ciencias

Un modelo de enseñanza para promover la argumentación en clase de ciencias, estaría caracterizado por:

a) Considerar que la argumentación juega un papel fundamental en el proceso de enseñanza de las ciencias. Precisamente, en el pensamiento docente, este fue el obstáculo identificado en los dos primeros momentos del análisis (tabla 4), en ellos, se puede notar cómo el contexto de descubrimiento se sustenta en acciones de orden observacional y experimental. De esta manera, se dejan a un lado otros elementos que forman parte de este contexto como lo cultural, lo social y lo político y que fueron los que sustentaron una serie de cuestionamientos hechos al contexto de justificación, utilizado, durante muchos años, para explicar la relevancia y consistencia de las teorías científicas. Para la docente, además, la observación es la acción que activa el proceso de construcción de la ciencia:

“para llegar a conclusiones es necesario primero observar y experimentar objetiva y directamente” (Fragmento de la respuesta emitida por uno de los docentes). Postura epistemológica arraigada en los docentes, y que posiblemente afecta su desempeño y los procesos de aprendizaje de los estudiantes, al dar vital importancia a acciones de tipo sensorial, por encima de acciones de orden cognitivolingüístico.

Sin embargo, en la tabla 4 se puede notar que la docente, al final del proceso, asume una perspectiva más flexible en relación con su concepción de ciencia y de cómo se construye. La docente reconoce que la interacción comunicativa entre los sujetos permite llegar a la construcción de conclusiones, validarlas o ampliarlas. Perspectiva acorde con planteamientos que valoran los procesos comunicativos y, en ellos, a la argumentación como acción necesaria para la construcción y avance de las teorías científicas (GIERE, 1999).

Precisamente, esta perspectiva facilitó que la docente, en el aula de clase, promoviese un escenario adecuado para desarrollar los procesos argumentativos, explícitos en sus intencionalidades. Escenarios que, como veremos más adelante, permitió a los estudiantes, expresar sus conocimientos y confrontarlos. Valorando además a sus alumnos(as) como protagonistas en el marco de un proceso dialógico que pretendió llegar a comprensiones conjuntas de los fenómenos estudiados.

b) Considerar la argumentación como un proceso dialógico en el cual es indispensable tener en cuenta el contexto que rodea a los estudiantes. Esto fue precisamente lo que se logró en el pensamiento de la docente tras su participación en los Espacios de Reflexión Crítica (ver tabla 5). Ella se movilizó de una perspectiva conceptual de la argumentación que valora en mayor medida la estructura de los argumentos, a una perspectiva que reconoce también el contexto, las actitudes, la toma de decisiones y los trabajos grupales. En síntesis, el pensamiento de la docente se caracteriza por aceptar que argumentar es un proceso dialógico en donde importa:

- Valorar la interacción dialógica entre las personas y apoyar los debates con pruebas y afirmaciones.

- Exigir la creación de ambientes argumentativos, tarea que compete tanto al docente como a los estudiantes.

- Promover en el aula actitudes de respeto y de escucha hacia el otro.

Los aspectos anteriores fueron pieza fundamental para lograr que la docente pudiese llevar al aula de clase contenidos cercanos a los estudiantes, contenidos que, desde la cotidianidad, permitieran la expresión libre y espontánea de los saberes y contenidos. Además se logró acompañar el debate de los contenidos con preguntas de naturaleza causal y predictiva. Lo anterior ayudó a que los estudiantes participaran en discusiones que traspasaron la mera descripción de los fenómenos o hechos y se ubicaron en discusiones en las cuales fue necesario el uso y presentación de pruebas que soportaran sus participaciones.

c) Considerar que promover en el aula de ciencias los procesos argumentativos, exige aceptar que argumentar es un proceso social dialógico sustentado en el desarrollo de trabajos grupales. En dichos trabajos grupales, además de implicar a los estudiantes en debates y críticas a sus saberes, se da un lugar relevante a la indagación dialógica. Una indagación que reconoce en primer lugar, la creación de ambientes argumentativos que incorporan el contexto de los estudiantes y, en segundo lugar, la problematización del conocimiento.

En este sentido se puede observar en la tabla 6, que la docente reconoce, de manera explícita, la relación entre docente-estudiante-saber-contexto. El reconocimiento del docente se da cuando se exige de él una actitud favorable para saber escuchar a los estudiantes. La escucha es un principio indispensable si queremos replantear las inquietudes de nuestros estudiantes o sobre ellas realizar nuevas preguntas que permitan exponer y desarrollar pensamiento crítico, una de las metas centrales

de la enseñanza de las ciencias y en donde la argumentación, tiene un lugar importante. El estudiante se reconoce al aceptarse como un individuo con conocimientos y promotor de su propio aprendizaje. El reconocimiento del saber se da cuando la docente expresa que debemos saber escuchar y valorar el contenido de las participaciones de nuestros estudiantes para favorecer nuevos debates. Por último, el reconocimiento del contexto se da cuando la docente expone la importancia de conocer a sus estudiantes, su cotidianidad, un aspecto relevante para articular temáticas a su entorno y para dotar de sentido las discusiones establecidas en los intercambios comunicativos.

Los logros alcanzados en el pensamiento de la docente permitieron que su desempeño en el aula estuviese caracterizado por la combinación y aplicación de interrogantes de diferente naturaleza y, con ellos, la implicación de los estudiantes en acciones grupales mediadas por los debates y la crítica a sus participaciones. En este sentido identificamos preguntas de diferente naturaleza, como se observa en los fragmentos de preguntas realizadas por uno de los docentes en sus clases:

- Descriptivas: ¿qué pasa cuando se golpea una campana?;

- Generalización: ¿qué es el sonido?, ¿qué se hace para que un determinado instrumento suene?;

- Causales: ¿por qué escuchamos el sonido de un tren antes de que este pase por nuestro lado?, ¿por qué razón el sonido que produce el timbre de una casa se escucha en todas las habitaciones?;

- Predicativas: ¿crees que el violín se escuchará igual bajo el agua?, ahora de lo que hemos dicho me van a decir el por qué sí o por qué no, Emanuel, te sientas bien, ¿crees que el violín se escuchará igual bajo el agua?

Tabla 4. Caracterización, en la docente, del aspecto epistemológico

Momento de análisis	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Relación Argumentación y construcción de la ciencia	... debe existir la experimentación, observación... y diálogo con otras personas	al vivir en un contexto ya observa y experimenta y así puede ya hablar y narrar de esa realidad	... al hacer preguntas... al propiciar la observación de sustancias y hacer preguntas con base en lo observado para llegar a conclusiones es necesario primero observar y experimentar objetiva y directamente... luego socializar con otros científicos para discutir, validar las evidencias obtenidas y con ellos ampliar compartir, debatir estas experiencias y conclusiones y llegar a otras.
Finalidades de la enseñanza de las ciencias	Explicar el concepto de materia	Comparo las diferentes clases de energía que utilizamos continuamente en el hogar	Expresa de manera oral, respuestas argumentadas a preguntas.	

Fuente: Fragmentos de respuestas elaboradas por uno de los docentes en los encuentros de reflexión. Construcción propia

Tabla 5. Caracterización, en la docente, del aspecto conceptual

Momento de análisis	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Concepto de argumentación en ciencias	Argumentar en ciencias supone deducir, sacar en claro ... para que se llegue a una buena comunicación.	Argumentar... teniendo en cuenta el valor del respeto y la escucha, partiendo de lo cotidiano.	Argumentar... al expresar cada uno lo que considera ... y presentan evidencias ... al ser capaces de tomar decisiones (.) del trabajo en grupo	Argumentar... es expresar lo que comprenden desde su propia cotidianidad, refutar conceptos si es necesario, decir el por qué de las cosas, y explicar generando un ambiente de socialización ...
Tipo de contenidos	Materia es: Todo lo que podemos ver... todo lo que ocupa un lugar en el espacio.	Aprovecham uede aprovecharse para...	... por eso cuando encendemos la radio por esta razón podemos oír el sonido de un tren antes de que pase por nuestro lado.	

Fuente: Fragmentos de respuestas elaboradas por uno de los docentes en los encuentros de reflexión. Construcción propia

Tabla 6. Caracterización, en la docente, del aspecto didáctico

Momento de análisis	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Criterios para la enseñanza de la argumentación	Desarrollo intelectual de los niños... Experimentos	...el trabajo en equipo donde pueden participar y dar a conocer su opinión y apoyar o contradecir ...argumentando los contenidos dados...	... la libertad... una pregunta ... un trabajo grupal con base a un tema	El don de escuchar todas las respuestas ... replantear nuevas preguntas ... El contexto ... Actividades grupales, donde expresen sus ideas y luego las socialicen al resto del grupo.
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Destaca más la estructura</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Contenidos dogmáticos</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Criterios: el docente, los estudiantes, el saber. Gestión: las actividades grupales</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Preguntas predictivas y de justificación</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Criterios: el docente, los estudiantes, el saber y el contexto Gestión: las actividades grupales</div>
... ¿por qué yo digo que a las 10 de la mañana va a hacer más calor?, a ver Jorge ¿por qué? ... ¿pinta como que fuera llover ?...	... ¿por qué el sonido de un tren lo escuchamos antes...? bueno, él dice que por la campana, ¿qué pasa con esa campana?			

Fuente: Fragmentos de respuestas elaboradas por uno de los docentes en los encuentros de reflexión. Construcción propia

Conclusiones

El propósito que fijamos en esta investigación fue proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias que permita visualizar relaciones entre tres componentes básicos de los modelos: el epistemológico, el conceptual y el didáctico. Para ello, es relevante en primer lugar afirmar que el docente debe profundizar en el conocimiento de la argumentación en el aula desde lo epistemológico, lo conceptual y lo didáctico, en segundo lugar, esta construcción invita a relacionar dos dimensiones: pensamiento y desempeño de los docentes en relación con los procesos argumentativos. Pensamiento, en cuanto al proceso de argumentación en sí mismo, y a las relaciones que se evidencian entre argumentar y construir conocimiento. Su

desempeño, en cuanto a la incorporación de la argumentación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En este sentido, el trabajo desarrollado apoyado en los diferentes hallazgos identificados en la docente, permiten concluir lo siguiente en relación con los tres aspectos pilares sobre los cuales se sustenta el modelo:

a) En lo epistemológico, el modelo debe, en primer lugar, considerar el papel de la argumentación en la construcción y avance de las teorías científicas y, a su vez, en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En segundo lugar, incorporar explícitamente, en las programaciones, la argumentación como una de las competencias a desarrollar en el aula de ciencias aceptarla además, desde lo conceptual como práctica epistémica indispensable para la co-construcción de la ciencia escolar.

b) En lo conceptual, el modelo debe destacar tres aspectos fundamentales. Primero, aceptar que la argumentación es un proceso social y dialógico que implica el reconocimiento del otro como sujeto poseedor de saberes; segundo, aceptar la relevancia del uso intensivo del lenguaje en el aula de ciencias y, con él, el favorecimiento de debates y discusiones en torno a los conceptos enseñados y, tercero, aceptar que los contenidos a enseñarse y a aprenderse en el aula, deben reconocer el contexto de los estudiantes como un eje articulador de los saberes y de las nuevas significaciones que se espera co-construir en el aula de ciencias. Lo anterior, exige que en las diferentes programaciones se propongan actividades en las cuales se concrete una ciencia cercana a las y los estudiantes, una ciencia que les signifique algo para sus vidas y una ciencia factible de ser co-construida, desde las interacciones dialógicas que se propongan en el aula de ciencias.

c) En lo didáctico, el modelo debe reconocer tres aspectos relevantes. Para empezar, la aceptación de la clase desde una perspectiva argumentativa, independientemente de marcos teóricos orientadores. En segundo lugar, el reconocimiento de la pregunta como

dinamizadora de un modelo comunicativo intensivo, en el cual el docente acerca la ciencia escolar a sus estudiantes y prioriza un modelo interactivo dialógico de debate y co-construcción de significados. En tercer lugar, la valoración del estudiante como sujeto cognoscente, social y contextual. En cuarto lugar, el reconocimiento de la incorporación, en el proceso argumentativo desplegado en el aula de clase, tanto de los procesos como de los productos argumentativos construidos por los sujetos implicados en los debates y, en quinto lugar, la valoración, en el desarrollo de los procesos argumentativos, de aspectos tanto de naturaleza conceptual como los de naturaleza contextual, social, política, cultural, estéticas, entre muchos otros.

En resumen, creemos que la propuesta presentada puede ayudar a los docentes a reflexionar sobre su pensamiento y desempeño en relación al uso de la argumentación en sus clases de ciencia. Además, a ser consciente sobre el posicionamiento personal en las dimensiones epistemológicas, conceptuales y didácticas, como herramientas para realizar unas prácticas argumentativas en clase de ciencias mucho más significativas.

References

BAKER, Michael. Argumentative Interactions and the Social Construction of Knowledge. In: MULLER, Nathalie; PERRET-CLEMONT, Anne (Ed.). **Argumentation and education**. New York: Springer, 2009, p. 127-144.

BRAVO, Beatriz; PUIG, Blanca; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María. Competencias en el uso de pruebas de argumentación. **Educación Química**, México, v. 20, n. 2, p. 137-142, 2009.

CAZDEN, Courtney. **El discurso en el aula**. El lenguaje de la enseñanza y el aprendizaje. Barcelona: Paidós-MEC, 1991.

CLARK, Christofer; PETERSON, Penelope. Teachers' thought processes. In: WITTRUCK, Merlin (Ed.). **Handbook of research on teaching**. New York: Macmillan, 1986. p. 255-296.

CHAN, Kwok-wai. **Preservice teachers' epistemological beliefs and conceptions about teaching and learning: cultural implications for research in teacher education**. 2004. Available at <<http://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&context=ajte>>. Access: 08 Sept 2012.

CHIN, Chistine; BROWN, David. Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. **Journal of Research in Science Teaching**, USA, v. 37, n. 2, p. 109-38. 2003.

CZERNIAK, Charlene; LUMPE, Andrew; HANEY, Jody. Science teachers' beliefs and intentions to implement thematic units. **Journal of Science Teacher Education**, Illinois, v. 10, n. 2, p. 123-145. 1999.

DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. **Science Education**, USA, v. 84, n. 3, p. 287-312. 2000.

ERDURAN, Sibel; ARDAC, Dilek; YAKMACI-GUZEL, Buket. Learning to teach argumentation: case studies of pre-service secondary science teachers. **Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education**, Turkey, v. 2, n. 2, p. 1-14. 2006.

ERDURAN, Sibel; SIMON, Shirley; OSBORNE, Jonathan. **TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse**. Wiley InterScience, 2004. Available at <<http://eprints.ioe.ac.uk/654/1/Erdurane2004TAPing915.pdf>>. Access: 02 Nov 2012.

FENSHAM, Peter. **Engagement with science: an international issue that goes beyond knowledge**. Paper presented at the SMEC Conference, Dublin, 2004. Available at <<http://www4.dcu.ie/smec/plenary/Fensham,%20Peter.pdf>>. Access: 07 Aug 2012.

GIERE, Ronald. **Science Without Laws**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.

GIL, Francisco; RICO, Luis. Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 1, p. 27-47. 2003.

HANCOCK, Elizabeth; GALLARD, Alejandro. Preservice science teachers' beliefs about teaching and learning: the influence of k-12 field experiences. **Journal of Science Teacher Education**, Illinois, v. 15, n. 4, p. 281-291. 2004.

HARGREAVES, Andy. **Profesorado, cultura y postmodernidad: cambian los tiempos, cambia el profesorado**. Madrid: Ediciones Morata, 2005.

HENAO, Bertha; STIPCICH, María. Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 7, n.1, p. 47-62. 2008. Available at <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf>. Access: 03 Oct 2011.

IZQUIERDO, Mercé; SANMARTÍ, Neus. Enseñar a leer y a escribir textos de ciencias de la naturaleza. In: JORBA, Jaume; GÓMEZ, Isabel; PRAT, Àngels. **Hablar y escribir para aprender**. Madrid: Síntesis, 2000. p. 181-193.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María; BUGALLO, Anxela; DUSCHL, Richard. «Doing the lesson» or «Doing Science»: argument in high school genetics. **Science Education**, Madison, v. 84, p. 757-792. 2000.

KAYA, Ebru; ERDURAN, Sibel; CETIN, Pinar. Discourse, argumentation, and science lessons: match or mismatch in high school students' perceptions and understanding? **Mevlana International Journal of Education**, Turkey, v. 2, n. 3, p. 1-32. 2012.

LARRAIN, SANTOS. **Condiciones retóricas y semióticas en el proceso de auto-argumentación reflexiva**. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2007. 286, p. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2007. Available at <http://psicologia.uahurtado.cl/alarrain/wp-content/uploads/2007/12/tesis-doctoral.pdf> Access: 10 November 2011.

LEWIS, Jenny; LEACH, John. Discussion of socio-scientific issues: the role of science knowledge. **International Journal of Science Education**, UK, v. 8, n. 11, p. 1267-1288. 2006.

MERCER, Neil. **Palabras y mentes: cómo usamos el lenguaje para pensar juntos**. Barcelona: Ediciones Paidós, 2001.

MOCKUS, Antanas. **Pensar la Universidad**. Bogotá: Fondo Editorial, 2012.

NIELSEN, Birgitte. Science teachers' meaning-making when involved in a school-based professional development project. **Journal of Science Teacher Education**, Illinois, v. 23, p. 621-649. 2012.

OSBORNE, Jonathan. The role of Argument: Learning how to learn in School Science. In: FRASER, Barry; MCROBBIE, Campbell; TOBIN, Kolin (Ed.). **Second International Handbook of Science Education**. New York: Springer International Handbooks of Education, 2012. p. 933-949.

OSBORNE, Jonathan; SIMON, Shirley; COLLINS, Sue. Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. **International Journal of Science Education**, UK, v. 25, n. 9, p. 1049-1079. 2003.

SAMPSON, Victor; GROOMS, Jonathan. Promoting and supporting scientific argumentation in the classroom: the evaluate alternatives instructional model. **The Science Scope**, USA, v. 33, n. 1, p. 66-73. 2009.

SARDÀ, Ana; SANMARTÍ, Neus. Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, p. 3, p. 405-422. 2000.

SCHWARZ, Baruch. Argumentation and Learning. In: MULLER, Nathalie; PERRECLERMONT, Anne (Ed.). **Argumentation and education**. New York: Springer, 2009. p. 91-126.

SCOTT, Philip; MORTIMER, Eduardo; AGUIAR, Orlando. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. **Science Education**, Madison, v. 90, n. 4, p. 605-631, 2006.

SUTTON, Clive. Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 21, n. 1, p. 21-25. 2003.

WOLFE, Silvy; ALEXANDER, Robin. **Argumentation and dialogic teaching**: alternative pedagogies for a changing world. 2008. Available at <http://www.beyondcurrenthorizons.org.uk/wpcontent/uploads/ch3_final_wolfealexander_argumentationalternativepedagogies_20081218.pdf>. Access: 15 Nov 2012.

ZOHAR, Anat; NEMET, Flora. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, USA, v. 39, n.1, p. 35-62. 2012.

Recebido en: 22.01.2014

Aprobado en: 07.10.2014

Francisco Javier Ruiz Ortega es doctor en didáctica de las ciencias y docente de la Universidad de Caldas, Colombia.

Oscar Eugenio Tamayo Alzate es doctor en didáctica de las ciencias y docente de la Universidad de Caldas, Colombia.

Gonxita Márquez Bargalló es doctora en didáctica de las ciencias y docente de la Universidad Autónoma de Barcelona, España.