

LA ENSEÑANZA DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS: UN PROCESO QUE REQUIERE CAMBIOS EN LAS CONCEPCIONES EPISTEMOLÓGICAS, CONCEPTUALES, DIDÁCTICAS Y EN LA ESTRUCTURA ARGUMENTATIVA DE LOS DOCENTES

Francisco Javier Ruiz O.*
Óscar Eugenio Tamayo A.**
Conxita Márquez B.***

Ruiz O., Francisco Javier, Tamayo A., Óscar Eugenio y Márquez B., Conxita. (2013). "La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 29-52. Manizales: Universidad de Caldas.

RESUMEN

El estudio muestra los cambios en aspectos epistemológicos, conceptuales, didácticos y estructurales, de cinco maestros de primaria antes y después de participar en un proceso de discusión crítica de sus prácticas de enseñanza en la argumentación en la clase de ciencias. Con el fin de identificar los cambios en los cuatro aspectos, a la información obtenida tras la aplicación de un cuestionario inicial y final, se le realizó un análisis de contenido. Los resultados mostraron un cambio significativo en los componentes: epistemológico, conceptual y didáctico y no tanto en el estructural. Con estos resultados, se ratificó la importancia de

* Doctor en Didáctica de las Ciencias y docente del Departamento de Estudios Educativos, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: francisco.ruiz@ucaldas.edu.co

** Doctor en Didáctica de las Ciencias y docente del Departamento de Estudios Educativos, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. E-mail: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

*** Doctora en Didáctica de las Ciencias y docente del Departamento de Educación en Ciencias y Matemáticas, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, España. E-mail: conxita.marquez@uab.cat
Recibido Octubre de 2012, aceptado enero 23 de 2013.

ofrecer espacios de participación a los maestros para discutir, evaluar y proponer mecanismos de mejora de sus prácticas en el aula.

PALABRAS CLAVE: argumentación, concepciones docentes, enseñanza dialógica, estructura argumentativa.

TEACHING ARGUMENTATION IN SCIENCE: A PROCESS THAT REQUIRES CHANGES IN EPISTEMOLOGICAL, CONCEPTUAL AND EDUCATIONAL CONCEPTIONS AND IN THE TEACHERS' ARGUMENTATIVE STRUCTURE

ABSTRACT

The study shows the changes in the epistemological, conceptual, educational and structural aspects of five Elementary School teachers before and after taking part in a process of critical discussion of their teaching practices on argumentation in Science class. In order to identify the changes in the four aspects, a content analysis was carried out to be added to the information obtained from the initial and final questionnaire. The results showed a significant change in the epistemological, conceptual and educational components, but not that significant in the structural component. With these results, the importance of offering spaces for teachers' participation for discussion, evaluation and proposal improvement mechanisms of their in classroom practices was confirmed.

KEY WORDS: argumentation, teachers' conceptions, dialogic education, argumentative structure.

INTRODUCCIÓN

La argumentación ha sido reconocida no solo en la construcción de la ciencia, ya que permite las relaciones sustantivas entre los modelos y las pruebas, sino también en el campo didáctico, porque el argumento es una forma de discurso, que además de ser adecuada para los niños y las niñas en las aulas de ciencias, debe ser enseñada de manera explícita, a través de una formación adecuada, de tareas estructuradas, de procesos de modelización (Erduran et al., 2004; Von Aufschnaiter, Erduran, Osborne y Simon, 2008), y a través de las experiencias aumentativas (Jiménez-Aleixandre y

Díaz, 2003). Además, investigaciones realizadas en el campo de la enseñanza de la argumentación en la clase de ciencias, muestran la necesidad, no solo de potenciar esta competencia en el aula, sino también de involucrar al maestro para que él/ella pueda ser consciente de sus concepciones sobre la argumentación (Driver et al., 1998; Simon, Erduran y Osborne, 2006; García-Mila y Andersen, 2008).

Desde esta perspectiva, el documento que presentamos a continuación hace parte de una investigación realizada en el marco del programa de Doctorado en Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, que pretende contribuir al desarrollo del pensamiento científico en los niños y las niñas, uno de los objetivos principales de la Política Educativa colombiana, y también, dar oportunidades adicionales para mejorar las prácticas de los maestros y las maestras de la educación primaria, docentes que no tienen ningún tipo de formación en los procesos argumentativos y por consiguiente no hacen hincapié en la importancia de los procesos dialógicos en el aula de clases.

En este sentido, queremos compartir una parte de los resultados de la investigación, que responde a uno de los objetivos planteados en la misma:

Identificar cómo cambian las concepciones sobre los aspectos epistemológicos, conceptuales, didácticos y la estructura argumentativa de cinco docentes que participan en un proceso de reflexión crítica sobre la argumentación y su desarrollo en el aula de ciencias.

Ahora, para comprender el porqué de los aspectos indagados presentamos a continuación una breve discusión de cada uno de ellos.

LA ENSEÑANZA DE LA ARGUMENTACIÓN EN CIENCIAS Y SU RELACIÓN CON LOS ASPECTOS EPISTEMOLÓGICO, CONCEPTUAL, DIDÁCTICO Y ESTRUCTURAL

En primer lugar, debemos decir que las concepciones de los docentes se aceptan como “marcos organizadores, que tienen naturaleza cognitiva, y que condicionan la forma en que afrontamos las tareas” (Gil y Rico, 2003: 28). También, que en las concepciones se pueden encontrar “creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo

que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan” (Moreno y Azcárate, 200: 267); argumentos que apoyan la importancia de no solo analizar y comprender las concepciones de los docentes, sino también la necesidad de continuar investigando las posibles relaciones entre pensamiento y desempeño docente en campos específicos (Gunstone et al., 1993; Mellado et al., 1997; Reyes et al., 1997; Schön, 1998; Kaufman y Fumagalli, 2000; Hernández, 2000; Angulo, 2002; Fernández et al., 2002; Marcelo, 2005; Fernández et al., 2009; Benarroch y Marín, 2011).

En segundo lugar, nuestra investigación se suma a aquellos planteamientos que evidencian la necesidad no solo de enseñar a argumentar, sino también de involucrar al docente para que tome conciencia y analice sus concepciones alrededor de la argumentación (Sutton, 1997; Driver et al., 1998; Simon, Erduran y Osborne, 2006), por lo tanto, consideramos que promover ambientes de aprendizaje pertinentes para el desarrollo de la argumentación en ciencias, exige concienciar a los docentes sobre sus concepciones en, al menos, tres aspectos: el epistemológico, el didáctico y el conceptual. Aspectos a los cuales dedicaremos un espacio más amplio de discusión.

Aspecto epistemológico

Varios elementos soportan el estudio del componente epistemológico en la enseñanza de las ciencias, el primero de ellos, lo retomamos de los planteamientos de Duschl (1998), para quien existe la necesidad de establecer objetivos epistemológicos que permitan evaluar los enunciados científicos; es decir, contextos epistémicos que se articulen a los conceptuales y socioculturales y ayuden, de esta manera, a la comprensión de las evidencias como herramientas de explicación y soporte de las afirmaciones o argumentaciones que manifiestan las comunidades científicas. El segundo elemento que apoya la importancia de este aspecto, se relaciona con la ciencia cognitiva de Giere (1988), para quien la ciencia es una actividad cognitiva de producción de conocimiento; producción que pasa por la construcción de representaciones internas que los sujetos elaboran cuando utilizan sus capacidades cognitivas (memoria, lenguaje, percepción, imaginación) para interactuar con el mundo. Desde esta perspectiva, interesa en la comprensión de la construcción de la ciencia, encontrar explicaciones causales de lo que sucede en los individuos –y con sus interacciones– al construir la ciencia.

De igual manera existen trabajos (Lemke, 1997; Sutton, 1997, 2003; Driver et al., 1998; Sanmartí, 2003; Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Erduran et al., 2004;

Izquierdo, 2006), que muestran claramente la importancia de establecer relaciones entre argumentación y el avance de la ciencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En esta investigación, interesó identificar si los docentes reconocen la argumentación como un proceso de negociación y construcción de conocimiento científico y de la ciencia escolar.

Aspecto conceptual

En cuanto al concepto de la argumentación en clases de ciencias, hemos identificado dos grandes perspectivas. La primera, cuyo mayor representante es Toulmin (2007), asume la argumentación como un acto de comunicación de datos, afirmaciones y justificaciones; aquí, más que los procesos de interacción social y la importancia de los contextos donde suceden los debates, interesa la estructura clara y precisa de los componentes de los argumentos. En la segunda, encontramos autores (Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Sanmartí, 2003; Sutton, 2003; Erduran et al., 2004; Márquez, 2005; Larrain, 2007; Henao y Stipcich, 2008) que ven la argumentación desde una perspectiva funcional; es decir, como proceso social y dialógico de presentación de evidencias, afectado indiscutiblemente por los modelos mentales de los sujetos que se implican en los debates, por el contexto en el cual ellos suceden y por la finalidad que se persigue con la presentación y justificación de las evidencias.

En esta investigación interesó conocer cuál o cuáles son las concepciones que tienen los docentes de la educación primaria sobre la argumentación en clase de ciencias y saber hacia cuál perspectiva se orientan estas concepciones.

Aspecto didáctico

Numerosas investigaciones realizadas alrededor de los componentes de la didáctica de las ciencias (Porlán et al., 1997, 1998; Caicedo, 1999; Hernández, 2000; Kaufman y Fumagalli, 2000), fomentan la necesidad de investigar no solo los aspectos que rodean al educando (motivación, intereses, expectativas, valores), sino también aquellos relacionados con el docente como sus modelos conceptuales y epistemológicos sobre cómo conciben la ciencia, cómo la enseñan y cómo creen que se aprende.

También se identifican investigaciones desarrolladas alrededor de la argumentación en clase de ciencias (Sanmartí, 1997; Driver et al., 1998; Zohar y Nemet, 2002; Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Campaner y De Longhi, 2005; Revel et al., 2005; Bravo et al., 2009; Simon, Erdurán y Osborne, 2006; Jiménez-Aleixandre y Erduran, 2008), que corroboran la necesidad de valorar la argumentación como “tarea epistémica y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias” (Henao y Stipcich, 2008: 49). En este sentido, es la argumentación una competencia a desarrollar en el aula de clase no solo para promover una ciencia producto de la actividad humana, sino también para potenciar el desarrollo de pensamiento crítico y de competencias ciudadanas que aporten a la formación de las y los estudiantes.

Esta investigación tiene en cuenta además de los trabajos presentados anteriormente, los supuestos planteados por Jiménez- Aleixandre (2010). Para ella, si se pretende mejorar la competencia de aprender a aprender, desarrollar el pensamiento crítico en las y los estudiantes y generar una apropiación de la cultura científica, es indispensable que en el aula de clase se regulen y controlen los conocimientos, se den espacios permanentes para explicitar y analizar los procesos cognitivos que desarrollan las y los estudiantes y, aquí, la argumentación juega un papel prioritario. Lograr lo anterior es facilitar, en primer lugar, que alumnas y alumnos hagan públicos sus razonamientos y procesos de pensamiento; en segundo lugar, que de manera informada y responsable tomen decisiones a favor de una transformación del aula de clase; y, en tercer lugar, que se conozca la estructura interna de la ciencia y se genere el desarrollo de prácticas propias del trabajo científico.

En la investigación realizada, interesó conocer cómo el grupo de docentes promueve en el aula de clase el desarrollo de la argumentación, qué criterios y actividades tienen en cuenta para lograr esta finalidad.

Aspecto estructural

Si bien este aspecto no hace referencia a las concepciones, lo consideramos de vital importancia ya que demandar a las y los estudiantes el desarrollo de procesos argumentativos, requiere que como docentes conozcamos la manera como argumentamos y que la estructura de un argumento ha sido uno de los aspectos que, desde la teoría argumentativa de Toulmin (2007), se ha incorporado en el campo de la enseñanza de la argumentación, al intentar hacer explícito la enseñanza de, al menos, tres de los elementos que constituyen el argumento: dato, afirmación y justificación.

Existen varias investigaciones cuyos objetivos centrales se han orientado a identificar no solo elementos que componen la estructura argumentativa de los textos orales o escritos elaborados por las y los estudiantes en clase de ciencias, sino también a promover de manera consciente el proceso de construcción de los argumentos (Dolz, 1995; Sanmartí, 1997; Erduran et al., 2004; Hoffman, 2008; Henao y Stipcich, 2008; Erduran y Villamanan, 2009; Schwarz et al., 2009). También, encontramos propuestas como la de Osborne et al. (2004), cuya intencionalidad es involucrar a los docentes para que sean sujetos activos, no solo en la elaboración de propuestas didácticas proyectadas a la enseñanza de la argumentación en clase de ciencias, sino también para que sean sujetos reflexivos y críticos que construyen y evalúan sus propios argumentos.

Es innegable que, si se pretende que los docentes enseñen a argumentar a sus estudiantes en clase de ciencias, debemos ofrecer espacios dialógicos en donde ellos puedan, desde sus vivencias, experiencias y conocimientos, reflexionar y regular su propia forma de elaboración y evaluación de los argumentos. De ahí que en nuestra investigación se da importancia a involucrar a los docentes en el proceso de reflexión y crítica de su desempeño en el aula.

METODOLOGÍA

Contexto de la investigación

El estudio se realizó con docentes de la Educación Primaria, en una institución pública de la ciudad de Manizales (Colombia). La propuesta fue presentada previamente a la dirección del centro educativo para obtener su autorización. Posteriormente, se convocó a los docentes para que participaran de manera voluntaria en este estudio. Cinco de los docentes se comprometieron en el desarrollo de la propuesta, quienes trabajaban con niños y niñas de 4º y 5º grado con edades comprendidas entre 9 y 10 años.

Para lograr el objetivo planteado, se realizaron las actividades que se presentan en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Actividades realizadas para la recolección de los datos

Actividad	Descripción de la actividad
Aplicación de cuestionario	Se aplicó el mismo cuestionario al inicio y al final del proceso –siete meses después de comenzar el proceso de reflexión crítica–. El cuestionario está constituido de seis preguntas abiertas (Anexo 1).
Grabación de los Encuentros de Reflexión Crítica (ERC)	La docente participó en tres Encuentros de Reflexión Crítica. Estos ERC fueron espacios creados para el debate de elementos teórico-prácticos sobre la argumentación y su enseñanza y para la construcción colectiva de propuestas que pudieran aplicarse en el contexto escolar.
Recolección de las programaciones de las clases	Se recogieron y analizaron tres documentos o programaciones elaboradas y desarrolladas por la docente. El primer documento se recogió antes de iniciar el proceso de reflexión crítica, los otros dos, luego del primer y segundo ERC.
Grabación de clases	Se grabaron en audio y vídeo, tres clases ejecutadas por la docente. La primera (2 horas de duración), antes de iniciar el proceso de reflexión crítica (ERC). La segunda clase (1 hora y 30 minutos de duración), después de haberse realizado el primer ERC y, la última clase (1 hora y 30 minutos de duración), después de haberse realizado el segundo ERC.
Aplicación y grabación de entrevistas	Se aplicó a la docente y se registró en audio y vídeo, una vez terminadas la segunda y la tercera clase, dos entrevistas semiestructuradas. En ellas, se discutieron aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> · Las finalidades de la enseñanza. · La identificación de procesos argumentativos en las clases grabadas. · Las actividades evaluativas realizadas por los docentes. · Las limitaciones y potencialidades del proceso.

Análisis de la información

Para conocer cómo cambian los aspectos epistemológicos, conceptuales y didácticos de los docentes realizamos, a la información obtenida tras las dos aplicaciones del cuestionario, un análisis descriptivo-comprensivo. Para facilitar la transcripción y codificación de la información, se utilizó el software Atlas-ti. El proceso de codificación fue inductivo, es decir, en las respuestas elaboradas por los docentes se identificaron palabras o frases con sentido, para ir configurando una nominación o codificación concreta que luego se convirtió, por la relevancia y frecuencia de aparición, en familias útiles para graficarse y establecer relaciones. Para concretar el análisis y la posterior cuantificación de los códigos construidos, se aplicó una fórmula que permitió la elaboración de tablas de frecuencia. Es importante aclarar que aquí el número de respuestas sobre las cuales se hace el porcentaje supera el número de docentes participantes, por ello no nos remitimos

al número de docentes sino al número de respuestas en las cuales identificamos el código respectivo: $\% \text{ Código} = \text{No. de respuestas donde se sitúa el código} \times 100 / \text{total de respuestas relacionadas con el código}$.

Para el aspecto estructural, utilizamos como base de análisis y ubicación de los textos argumentativos construidos por los docentes, la propuesta planteada por Erduran et al. (2004). Para ellos, son cinco los niveles en los cuales podemos situar los argumentos, dependiendo de los elementos estructurales que integran. En el nivel 1, se ubican los argumentos que solo presentan afirmaciones. En el nivel 2, están los argumentos formados por conclusiones y al menos datos, justificaciones o apoyos. En el nivel 3, están los argumentos cuya estructura la constituyen las conclusiones con al menos datos, justificaciones o apoyos y alguna refutación débil. Aquí se planteó una variación al nivel, pues ubicamos en el nivel 3, a los argumentos que presentasen conclusiones, datos y justificaciones. En el nivel 4, se tienen los argumentos que muestran claramente una conclusión y una refutación. En el nivel 5, se ubican los argumentos caracterizados por tener conclusiones y más de una refutación.

RESULTADOS

La Tabla 2, muestra los resultados obtenidos para los cuatro aspectos estudiados al inicio y al final del proceso.

Tabla 2. Resultados de la aplicación inicial y final del cuestionario

Aspecto	Categoría	Subcategoría	Resultados cuestionario	
			Inicial (100%)	Final (100%)
Epistemológico	Relación entre argumentación y ciencia	Sí	69,23	92,31
		No	30,77	7,69
Conceptual	Reconocimiento de la argumentación como	Proceso informativo	80	0
		Proceso dialógico	20	42,9
		Herramienta de aprendizaje	0	57,1
Didáctico	Criterios tenidos en cuenta para el desarrollo de la argumentación: Estudiante (E), Docente (D), Saber (S), Contexto (C)	E	22,22	0
		E-D	44,44	27,27
		D-S	33,33	0
		E-D-S	0	45,45
		E-D-S-C	0	27,27
	Gestión del aula: Tipo de actividades	Individuales	50	10
		Grupales	50	90
Estructural	Nivel de los argumentos construidos por los docentes	1	33,11	9,37
		2	41,67	53,13
		3	13,9	31,25
		4	8,33	6,25
		5	0	0

Presentamos a continuación, por razones de espacio, una breve discusión para los tres primeros aspectos: epistemológico, conceptual y didáctico, tomando como ejemplo algunas respuestas dadas por los docentes.

Aspecto epistemológico

La situación para investigar este aspecto, fue la siguiente:

El grupo de docentes ante las preguntas 1 y 2 del cuestionario, planteadas para identificar el aspecto epistemológico, manifestó, en la primera aplicación del cuestionario, su reconocimiento de la relación A-C, este reconocimiento alcanzó

el 69,23% del total de respuestas obtenidas. En la segunda aplicación, este porcentaje aumentó notablemente, obteniéndose un 92,31% de reconocimiento de dicha relación.

La siguiente situación fue planteada como preámbulo a la pregunta número 1:

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:

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

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.

Una de las respuestas que refleja el reconocimiento de la relación Argumentación-Construcción de la ciencia, obtenida en la primera aplicación del cuestionario, fue la siguiente:

Docente 3 (Texto 1): Son válidos los dos conceptos ya que en cada uno se da la observación, validación y experimentación, siempre se está estableciendo un seguimiento continuo.

Obsérvese que el docente da importancia a tres procesos: observación, validación y experimentación. Además, el reconocimiento que da el docente a la relación A-C, la justifica en el seguimiento permanente (en sus palabras: siempre) que se hace a dichos procesos. Una respuesta aceptable dentro del campo de la construcción de

la ciencia, si consideramos que el avance de las ciencias está en constante revisión, discusión y validación, en el interior de las comunidades científicas.

En la segunda aplicación del cuestionario, este docente, ante la misma pregunta, expuso lo siguiente:

Docente 3 (Texto 2): Cada uno tiene sus puntos de vista valederos para llegar a esa conclusión: la observación y la experimentación son primordiales para hacer algún estudio de algún proceso investigativo, las evidencias son las bases esenciales en la investigación.

Es una respuesta en la cual, además de ratificar el reconocimiento de la relación A-C, en su justificación se considera un elemento que no fue expuesto en su primera respuesta. Este elemento hace referencia a considerar que los sujetos poseen modelos mentales (“[...] tiene[n] sus puntos de vista valederos [...]”), que permiten construir y exponer sus propias conclusiones, las cuales deben estar apoyadas, para su validación, en pruebas (“[...] las evidencias son las bases esenciales en la investigación”).

Aspecto conceptual

La pregunta planteada fue:

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?

En el cuestionario inicial, en el 80% de los textos elaborados por el grupo de docentes, se destaca una perspectiva estructural de la argumentación, es decir, que argumentar se acepta como un proceso comunicativo de presentación de datos y afirmaciones y cuya finalidad es informar o informarse. Ya, en la segunda aplicación del cuestionario, esta perspectiva desaparece. Otro hallazgo importante hace referencia al aumento de la concepción de la argumentación como práctica social, que pasó del 20% en la primera aplicación del cuestionario al 42,9% en la segunda aplicación. Por último, resaltamos la emergencia de la concepción de la argumentación como una herramienta útil para evaluar aprendizajes en el aula, con un 52,1% de los textos ubicados en esta concepción.

El texto siguiente, obtenido en la primera aplicación del cuestionario, muestra rasgos de la primera perspectiva conceptual de la argumentación, en la cual interesa, más que la interacción dialógica entre sujetos, la presentación de hechos o pruebas:

Pregunta 3: 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?

Docente 5 (Texto 1): probar con hechos basados muchas veces en teorías o experimentos que algo es cierto.

Otro elemento que podríamos discutir en la respuesta de la docente es el objetivo implícito de la argumentación “probar la certeza de una teoría”. Una postura que nos serviría de apoyo para reflexionar sobre el carácter irrefutable que se le asigna a la ciencia.

En el cuestionario final, la D5, ante el mismo interrogante, expone una respuesta con rasgos de la segunda perspectiva de la argumentación. Aquí la D5 concibe la argumentación como herramienta para construir conocimiento y para desarrollar el pensamiento en niños y niñas. Concepción que fortalece la intención de promover la argumentación en el aula, como herramienta indispensable para el desarrollo de pensamiento crítico.

Docente 5 (Texto 2): argumentar es poner a pensar a los niños por medio de la observación, experimentación, análisis con base en muchos interrogantes para llegar a una conclusión final.

Aspecto didáctico

Las situaciones propuestas para indagar este aspecto fueron las siguientes:

- Expresa dos criterios que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.
- Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación de tus alumnos, escribe dos actividades que pueden favorecerla. Justifica el porqué de cada una de ellas.

Es importante destacar que los criterios a tenerse en cuenta para la enseñanza de la argumentación en clase de ciencias, podrían orientarse hacia: a) los estudiantes, sus habilidades cognitivas, actitudinales o procedimentales, b) los docentes, sus saberes y formas de enseñanza, c) el saber que se enseña, d) el contexto de los estudiantes, es decir su cotidianidad, su mundo inmediato, y e) una combinación de dos o más de estos criterios.

Ahora, en relación con los criterios, los docentes, tras la primera aplicación del cuestionario, muestran respuestas dirigidas a reconocer: los estudiantes (22,22%), la relación docente-estudiante (44,44%) y la relación docente-conocimiento (33,33%).

El siguiente texto obtenido en la primera aplicación del cuestionario, ilustra como criterio para el desarrollo de la argumentación, elementos que hacen referencia especialmente a los alumnos, a su participación y su capacidad de análisis:

Pregunta 4: Expresa dos criterios que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.

Docente 4 (Texto 1): La participación y el poder de análisis de cada uno de los educandos.

En la segunda aplicación del cuestionario, la respuesta que dio la D5 ante la misma pregunta, se identificó la relación entre cuatro elementos básicos en los procesos de enseñanza de las ciencias y, específicamente, en el desarrollo de la argumentación, la relación Docente-Estudiante-Saber y Contexto:

Docente 4 (Texto 2): Hacer clara la conclusión de la temática desarrollada de todo el grupo con la participación del contexto, mediante preguntas y respuestas.

Del texto anterior, podemos decir tres cosas: a) la función que asume la docente, es la de servir de apoyo para la co-construcción de las conclusiones en la clase. Visión en la cual las relaciones de poder, si bien existirán en el aula, no son tan notorias, pues la interacción se caracteriza por las relaciones simétricas alumno-docente (modelo sistémico, Contreras, 1990 citado en Levin et al., 2008), y porque, ellos son co-partícipes de la creación de ese escenario de interacción (Wolfe y Alexander, 2008); b) el trabajo en equipo, elemento clave para desarrollar la argumentación en clase de ciencias (Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne et al., 2004), y c) la aplicación

de preguntas como herramientas mediadoras de los debates, un elemento esencial para activar las interacciones y hacer posible la emergencia de conocimientos (Márquez y Roca, 2006).

En relación con las actividades para el desarrollo de la argumentación, los docentes, tras la primera aplicación del cuestionario, proponen dos tipos de trabajos en el aula: actividades individuales (50%) y actividades colectivas (50%). Ejemplificamos a continuación el primer tipo de actividades, donde vemos que el estudiante es un sujeto receptor de estímulos externos y de información, sin concepciones de los fenómenos o teorías que se llevan al aula.

Pregunta 5: Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación de tus alumnos, escribe dos actividades que pueden favorecerla. Justifica el porqué de cada una de ellas.

Docente 5 (Texto 1): Hacer experimentos. Con plantas, seres vivos, etc. Y que los niños vayan observando el comportamiento a través de cada etapa del proceso.

En la segunda aplicación del cuestionario, la docente ante la misma situación, manifestó cambios relevantes en su intención de proponer actividades grupales y en ellos la oportunidad para que sus estudiantes puedan tener roles diferentes (moderador) y participar desde la expresión de sus conocimientos:

Docente 5 (Texto 2): Lo primordial es el trabajo grupal con un moderador que recoja los conceptos, los escriba, que los alumnos interactúen, que haya participación.

Aspecto estructural

Las situaciones o preguntas 1, 2, 5 y 6, se plantearon para identificar, en el grupo de docentes, la estructura de sus argumentos. En este aspecto, si bien no obtuvimos resultados muy satisfactorios sí logramos consolidar la estructura argumentativa en los niveles 2 y 3. En la primera aplicación del cuestionario, identificamos que el mayor porcentaje de los textos construidos por los docentes, se ubicó en el nivel argumentativo 2, con un 41,67%, seguido por el nivel 1, con el 33,11%, luego tenemos el nivel 3, con el 13,8% y por último el nivel 4, con un 8,33%. En la segunda aplicación del cuestionario, los resultados variaron en todos los niveles. Se obtuvo, en primer lugar, que tanto el nivel 2 como el 3, aumentaron el porcentaje de los textos

situados en ellos, 53,13% para el nivel 2 y 31,25% para el nivel 3. Los otros dos niveles disminuyeron el porcentaje de los textos, el 1 pasó al 9,37% y el 4 al 6,25%.

Para evidenciar la identificación de la estructura argumentativa de uno de los docentes, presentamos a continuación las respuestas elaboradas ante la situación número 5, del cuestionario, tras sus dos aplicaciones:

Pregunta 5: Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación de tus alumnos, escribe dos actividades que pueden favorecerla. Justifica el porqué de cada una de ellas.

La respuesta fue la siguiente:

Docente 5 (Texto 1): Desarrollo intelectual de los niños y niñas, capacidad de comprensión y análisis.

La escala argumentativa de Erduran et al. (2004), plantea que, en un texto donde se evidencia solo la conclusión o afirmación, como respuesta a una demanda o argumentos de reconvención o una reclamación frente a la demanda, están dentro del nivel 1 de dicha escala. Apoyo que nos permite ubicar la respuesta del docente en el nivel argumentativo, ya que, a pesar de pedírsele una justificación, el docente solo se limita a dar una afirmación.

En la segunda aplicación del cuestionario, este mismo docente responde lo siguiente:

Docente 5 (Texto 2): 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.

La respuesta anterior la podemos ubicar en el nivel argumentativo 2. En este nivel, están los argumentos formados por conclusiones y al menos datos, justificaciones o apoyos. La respuesta del docente muestra dos elementos: la afirmación “el don de escuchar todas las respuestas” y la justificación de “para volver a replantear nuevas preguntas [...] para poder desarrollar su pensamiento crítico”.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos al final del proceso muestran cambios significativos en tres aspectos:

Epistemológico: Los docentes tras la segunda aplicación del cuestionario logran reconocer que la ciencia es una actividad humana afectada también por los procesos comunicativos, las discusiones grupales que facilitan la co-construcción y validación de conclusiones.

Conceptual: El principal logro en este aspecto fue la consolidación de la argumentación como un proceso social-dialógico, un proceso que le permite al docente evaluar aprendizajes en el aula. Este logro promovió en los docentes un cambio también en la intencionalidad de los procesos argumentativos, donde se pasó de ver la argumentación como acción para informar a una acción para convencer y persuadir.

Didáctico: Uno de los cambios significativos logrados en este proceso fue aceptar que la argumentación requiere, como criterio para su desarrollo, en el aula establecer relaciones entre el estudiante, el docente, el conocimiento y el contexto, y no solo criterios orientados al estudiante o a su relación con el docente. También podemos decir que se consolidó el trabajo en pequeños grupos y la interacción entre los sujetos que lo integran, como plataforma de potenciación y desarrollo de la argumentación en el aula.

Estructural: En este aspecto, si bien hubo cambios importantes en la estructura de los argumentos construidos por los docentes, ubicándose el mayor número de textos en los niveles 2 y 3, debemos reconocer que hubo disminución en el nivel 4 y no se tuvieron textos con una estructura argumentativa correspondiente al quinto nivel. Un reto que queda pendiente para futuros trabajos en los cuales se realice también la reflexión explícita sobre la manera de argumentar, como mecanismo de apoyo y mejora de los procesos de construcción de argumentos.

Consideramos finalmente que, el proceso de reflexión crítica, como el desarrollado con los docentes, es un mecanismo de soporte que facilita que el profesorado participe de manera más activa en la regulación de sus maneras de pensar sobre la argumentación y su implementación en la clase de ciencias.

En segundo lugar, creemos que lograr mejorar los niveles argumentativos, requiere no solo ofrecer a las y los docentes, escenarios en los cuales se discuta saberes y desempeños, sino también de un trabajo específico de co-regulación y autorregulación de los procesos de construcción y evaluación de sus propias formas de construcción de argumentos.

AGRADECIMIENTOS

En especial al grupo de docentes participantes en esta investigación. De igual manera, nuestros reconocimientos a la Universidad de Caldas (Manizales, Colombia) y al grupo LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias), grupo de investigación consolidado (referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiada por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (referencias EDU-2009-13890-C02-02 y EDU-2012-38022-C02-02).

BIBLIOGRAFÍA

Angulo, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria basada en la metacognición*. Tesis de grado obtenida no publicada. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona-España.

Benarroch, A. y Marín, N. (2011). "Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias". *Enseñanza de las ciencias*, No. 2, Vol. 29, pp. 289-304.

Bravo, B., Puig, B y Jiménez-Aleixandre, M. (2009). "Componentes en el uso de pruebas de argumentación". *Educación Química*, No. 2, Vol. 20, pp. 137-142.

Caicedo, H. (1999). *Ideas actuales sobre la enseñanza de la ciencia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Campaner, G. y De Longhi, A. (2005, octubre). *Enseñar a argumentar. Un aporte a la Didáctica de las ciencias*. Ponencia presentada en el Tercer Encuentro de Investigadores en Didáctica de la Biología. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Dolz, J. (1995). "Escribir textos argumentativos para mejorar su comprensión". *Comunicación, lenguaje y educación*, No. 26, pp. 65-79.

Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (1998). "Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms". *Science Education*, No. 3, Vol. 84, pp. 287-312.

Duschl, R. (1998). "La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación". *Enseñanza de las ciencias*, No. 1, Vol. 16, pp. 3-20.

Erduran, S., Simon, S. y Osborne, J. (2004). "TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse". *Wiley Inter Science*. Disponible en www.interscience.wiley.com

Erduran, S. y Villamanan, R. (2009). "Cool Argument: Engineering Students' Written Arguments about Thermodynamics in the Context of the Peltier Effect in Refrigeration". *Educación Química*, No. 2, Vol. 20, pp. 119-125.

Fernández, I., Gil, D. y Carrascosa, J. (2002). "Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza". *Enseñanza de las ciencias*, No. 3, Vol. 20, pp. 477-488.

Fernández, M., Tuset, A., Pérez, R. y Leyva, A. (2009). "Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales". *Enseñanza de las ciencias*, No. 2, Vol. 27, pp. 287-298.

García-Mila, M. y Andersen, C. (2008). Cognitive Foundations of Learning argumentation. En M. P. Jiménez-Aleixandre y S. Erduran (Eds), *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research*. (pp. 29-43). Dordrecht: Springer.

Giere, R. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Gil, F. y Rico, L. (2003). "Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas". *Enseñanza de las ciencias*, No. 1, Vol. 21, pp. 27-47.

Gunstone, R., Slattery, M., Bair, J. y Northfield, J. (1993). "A case study exploration of development in preservice science teachers". *Science Education*, No. 1, Vol. 77, pp. 47-73.

Henao, B. y Stipcich, M. (2008). "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*, No. 1, Vol. 7, pp. 47-62. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf

Hernández, R. (2000, mayo). *Aproximación a un estado del arte de la investigación en la enseñanza de las ciencias en Colombia*. Ponencia presentada en el Seminario La investigación educativa y pedagógica en Colombia balance de una década, Bogotá, Colombia.

Hoffman, M. (2008). Reflective argumentation. Recuperado de <http://www.spp.gatech.edu/faculty/workingpapers/wp44.pdf>

Izquierdo, M. (2006). "Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos". *Revista Mexicana de investigación educativa*, No. 30, Vol. 11, pp. 867-882.

Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.

Jiménez-Aleixandre, M. y Díaz, B. (2003). "Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas". *Enseñanza de las ciencias*, No. 3, Vol. 21, pp. 359-370.

Jiménez-Aleixandre, M. y Erduran, S. (2008). "Argumentation Science Education: An Overview". En: M.P. Jiménez-Aleixandre y S. Erduran (eds.). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer.

Kaufman, M. y Fumagalli, L. (2000). *Enseñar Ciencia Naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Barcelona: Paidós.

Larrain, S. (2007). *Condiciones retóricas y semióticas en el proceso de auto-argumentación reflexiva*. Tesis de grado obtenida no publicada. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Ediciones Paidós.

Levin, L., Ramos, A. y Adúriz-Bravo, A. (2008). Procesos de enseñanza y modelos de comunicación en clase de ciencias naturales. Recuperado de <http://www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/TED/article/viewArticle/147>

Marcelo, C. (2005). "La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar". En G. Perafán y A. Adúriz-Bravo (comps.). *Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales* (pp. 45-60). Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Márquez, C. (2005). "Aprender ciencias a través del lenguaje". *Educar*, No. 33, pp. 27-38.

Márquez, C. y Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educación y Pedagogía*, 18(44), 63-71

Mellado, V., Ruiz, M. y Blanco, L. (1997). "Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado". *Bordón*, No. 3, Vol. 49, pp. 275-288.

Moreno, M. y Ascárate, G. (2003). "Concepciones de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones químicas diferenciales". *Enseñanza de las ciencias*, No. 1, Vol. 21, pp. 27-47.

Osborne, J., Erduran, S. y Simon, S. (2004). *Ideas, evidence and argument in science (IDEAS)*. In-service Training Pack, Resource Pack and Video. London: Nuffield Foundation.

Porlán, R., Rivero, A. y Martín del P., R. (1997). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, métodos e instrumentos". *Enseñanza de las ciencias*, No. 2, Vol. 15, pp. 155-171.

_____. (1998). "Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones". *Enseñanza de las ciencias*, No. 2, Vol. 16, pp. 271-288.

Revel, CH., Couló, A., Sibel, E., Furman, M., Iglesia, P. y Adúriz-Bravo, A. (2005). "Estudios sobre la enseñanza de la argumentación". *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra.

Reyes, L., Enrique, L. y Perafán, G. (1997). *Acciones y creencias. Tesoro oculto del educador*. Santa Fe de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Arfo.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en clase de ciencias. *Alambique*, 12, 51-61.

_____. (coord.) (2003). *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62

Schôn, D. (1998). *El profesional reflexivo: cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.

Schwarz, Ch., Reiser, B., Davis, E., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B, Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research In Science Teaching*, 46(6), 632-654.

Simon, S., Erduran S. y Osborne, J. (2006). Learning to Teach: Research and development in the science classroom. *International journal of science education*, 28(2), 235-260.

Sutton, C. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
_____. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 21-25.

Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Península.

Wolfe, S. y Alexander, R. (2008). Argumentation and dialogic teaching: alternative pedagogies for a changing world. Recuperado de http://www.beyondcurrenthorizons.org.uk/wp-content/uploads/ch3_final_wolfealexander_argumentationalternativepedagogies_20081218.pdf

Zohar, A y Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

Anexo 1. Cuestionario aplicado antes y después del proceso de reflexión crítica

Preguntas	Objetivos	Aspectos investigados
Existen dos ideas generalizadas de lo que es la ciencia:		
a. La ciencia es un cúmulo de conocimientos objetivos y absolutos, resultado de un proceso lineal que va desde la observación y experimentación sobre el mundo real a las teorías científicas.		
b. La ciencia es el resultado de un proceso de negociación entre los integrantes de las comunidades científicas, en donde se presentan, discuten y validan los modelos y teorías construidos como representación del mundo.	Identificar si los docentes valoran la implicación de la argumentación en los procesos de construcción de las ciencias.	Epistemológico Estructural
1. ¿Crees que los dos procesos son igual de importantes para la construcción de la ciencia? Justifica tu respuesta.	Identificar la estructura de sus argumentos.	
2. ¿Cuál de las dos ideas anteriores, crees es la que debería orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula de clase? Justifica tu respuesta.		
3. 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?	Identificar concepciones de los docentes sobre la argumentación en clase de ciencias.	Conceptual
4. Expresa dos criterios que debe tener en cuenta un docente para desarrollar la argumentación en clase de ciencias.	Identificar en los docentes los criterios que consideran importantes para desarrollar la argumentación en los alumnos.	Didáctico
5. Si uno de los objetivos de tus clases es promover la argumentación de tus alumnos, escribe dos actividades que pueden favorecerla. Justifica el porqué de cada una de ellas.	Identificar el tipo de actividad que elegirían para el desarrollo de la argumentación en el aula. Identificar la estructura de sus argumentos.	Didáctico Estructural

Preguntas	Objetivos	Aspectos investigados
<p>Estimados Docentes:</p>		
<p>La Secretaría de Educación de Manizales, convencida de que la nutrición es un factor determinante en el desarrollo de las capacidades de las niñas y niños escolares, ha implementado desde hace varios años el programa Restaurantes Escolares, especialmente para los niños y niñas de los estratos socioeconómicos, 1, 2 y 3.</p>		
<p>Una de las últimas discusiones que intenta aclarar la Secretaría de Educación, está relacionada con qué personas deben preparar los alimentos que consumen los estudiantes que asisten a los Restaurantes Escolares.</p>		
<p>Por un lado están las personas que defienden que es el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), la entidad encargada de preparar y distribuir estos alimentos a cada uno de los Restaurantes Escolares.</p>		
<p>Hay, sin embargo, personas que defienden que deben ser padres de familia de la comunidad educativa (madres cabeza de hogar) a quienes se les debe permitir, con una capacitación, la preparación de los alimentos y su respectiva distribución en el centro escolar al cual pertenecen.</p>		
<p>6. La Secretaría de Educación, para tomar la mejor decisión, ha iniciado la consulta en los centros escolares a Docentes y Directivos, solicitando enviar:</p>		
<p>a) argumentos a favor de la opción que consideren debe ser elegida.</p>		
<p>b) argumentos en contra de la opción que debe ser rechazada.</p>		
<p>Agradecemos tus aportes y el tiempo que le dedicas a esta solicitud.</p>		