

LA ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Liliana Sánchez Mejía*
Jennifer González Abril**
Álvaro García Martínez***

Sánchez Mejía, Liliana, González Abril, Jennifer y García Martínez, Álvaro. (2013). "La argumentación en la enseñanza de las ciencias". *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 11-28. Manizales: Universidad de Caldas.

RESUMEN

En este artículo se ilustra cómo la argumentación en el contexto de la educación en ciencias, es objeto de estudio de diferentes investigaciones sobre comunicación, aprendizaje y desarrollo de procesos de pensamiento. Teniendo en cuenta los propósitos actuales de la educación en ciencias, es importante considerar la argumentación, como una línea de investigación actual y altamente promisoría en este campo de saber. De la misma manera, se hace necesario el considerar las contribuciones de la propuesta filosófica de Stephen Toulmin y el valor de estas para la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el siglo XXI. Asimismo, se muestra la relación que existe entre el constructivismo social y la argumentación, el cual considera el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimiento. De igual manera, se presentan planteamientos sobre cómo el argumentar promueve logros como el conocimiento de ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Por último, se incluyen algunos principios de diseño para promover argumentación.

PALABRAS CLAVE: argumentación, didáctica de las ciencias, modelo de Toulmin, enseñanza de las ciencias.

* Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo. Magíster (c) en Didáctica de las Ciencias. Profesora de la Universidad Autónoma de Colombia. E-mail: liliana.sanchez@fuac.edu.co

** Magíster (c) en Didáctica de las Ciencias. Jefe del Departamento de Ciencias Naturales del Colegio Gimnasio La montaña. E-mail: jennifergonzalez@glm.edu.co

*** Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Profesor Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Grupo de Investigación en Educación en Ciencias experimentales, GREECE. E-mail: alvaro.garcia@udistrital.edu.co

Recibido: 6 de diciembre de 2012. Aprobado 4 de marzo de 2013.

ARGUMENTATION IN SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT

How argumentation in the context of Science education is the object of study of different research studies on communication, learning and thought development processes is illustrated in this article. Taking into consideration the present purposes of Science education, it is important to consider argumentation as a current and highly promising investigation line in this area of knowledge. Similarly, it is necessary to consider Stephen Toulmin's contributions to the philosophical proposal as well as their value for innovation in the Science learning-teaching process in the XXI Century. Similarly, the relationship between social constructivism and argumentation, which considers learning as a knowledge construction process is shown. In the same way, some proposals on how argumentation promotes outcomes such as knowledge of Natural Sciences and development of citizenship skills are presented. Finally, some design principles to promote argumentation are included.

KEY WORDS: argumentation, didactics of Science, Toulmin's model, Science teaching.

INTRODUCCIÓN

Las demandas a nivel de habilidades comunicativas para el siglo XXI motivadas por los retos del desarrollo social, económico y humano, alertan sobre la necesidad de replantear estrategias que conlleven a un mayor nivel de argumentación por parte de los estudiantes. En nuestra sociedad, es cada vez más necesario tener habilidades lingüísticas; las habilidades comunicativas oral y escrita son fundamentales para el desarrollo personal y profesional.

La enseñanza de las ciencias requiere tener un enfoque menos tradicional, en donde los estudiantes aprendan los conceptos de manera significativa, y donde ellos desarrollen habilidades que les sirvan para la vida. Es necesario cambiar la forma en que se enseñan las ciencias, para formar ciudadanos competentes, capaces de discutir sobre temas cotidianos haciendo uso de modelos explicativos propios de las ciencias. Asimismo, es necesario lograr que los estudiantes construyan conocimientos que les permitan tomar decisiones frente a la solución de problemas

de su entorno. La educación en ciencias debe dar respuesta a las demandas y necesidades complejas, por lo que requiere de formas y planteamientos no tradicionales y susceptibles de actuar con prontitud en esa realidad.

De acuerdo con lo anterior, es necesario señalar dos aspectos importantes: el primero, sugiere que el dominio de toda ciencia y sus ambiciones explicativas dependen no solo de la naturaleza, sino de las actitudes intelectuales con que los hombres las abordan, es decir, no dependen de la naturaleza en sí, sino de las representaciones construidas. El segundo, se refiere a que una teoría abstracta no puede por sí misma explicar o representar fenómenos naturales; debe considerar que son los científicos quienes las emplean en casos particulares para representar o explicar propiedades (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007).

REFERENTES TEÓRICOS

A continuación, se describe la relación que existe entre el constructivismo social y la argumentación; la importancia que tiene esta habilidad cognitivo-lingüística en el aprendizaje de las ciencias, y la propuesta de Stephen Toulmin sobre argumentación. Asimismo, se explican algunos de los criterios de evaluación de textos argumentativos y algunas propuestas para promover la argumentación.

El constructivismo social y la argumentación en el aula

La tesis principal de la obra de Vygotsky enuncia que las funciones psíquicas superiores tienen un origen histórico-social. Estas funciones nacen en las interacciones que se producen en el proceso de comunicación entre las personas; proceso que se desarrolla a partir de los fenómenos de la cultura humana que se expresan a través de signos, tales como la escritura y el lenguaje.

El lenguaje es el sistema más complejo de comunicación del reino animal, porque las habilidades generales de aprendizaje del ser humano son también las más complejas y eficientes; el lenguaje y la inteligencia van unidos. El lenguaje es parte integrante y producto del resto de capacidades cognitivas.

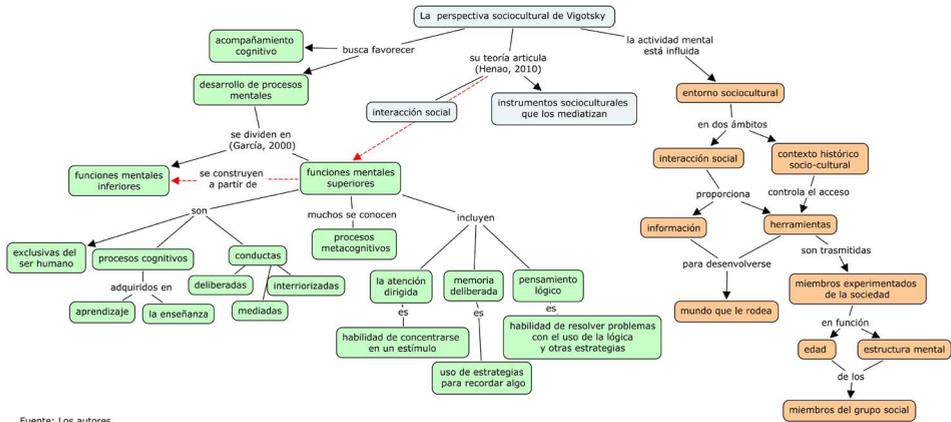
Vygotsky fue uno de los primeros autores en poner atención al papel que tiene la integración para explicar la génesis social de los procesos cognitivos, en cuanto

a la relación aprendizaje y desarrollo. Esta teoría se articula en torno a la relación que existe entre los procesos de interacción social y los procesos psicológicos superiores y la influencia que ejercen los instrumentos socioculturales que los mediatizan (Henoa, 2010).

La teoría de Vygotsky postula que es el contexto, el que de alguna manera, interviene en la construcción de las estructuras mentales que el sujeto va a ir adquiriendo. De esta manera, la actividad cognitiva se ve influenciada por el entorno sociocultural, en dos ámbitos que de alguna forma tratan de explicar el porqué del contexto:

- 1) La interacción social proporciona al niño información y herramientas para desenvolverse en el mundo, esas herramientas son transmitidas por los demás miembros de la sociedad.
- 2) El contexto histórico sociocultural controla el proceso a través del cual los miembros de un grupo social acceden a unas herramientas u otras. El contexto sociocultural experimentado, proporciona al sujeto ciertas herramientas, de acuerdo a su edad y al nivel de estructuras mentales que este tenga; para que el niño vaya pasando de lo sencillo a lo complejo.

Según Álvarez (2010), la capacidad lingüística está compuesta por un gran número de procesos mentales que nos posibilitan la comprensión y la producción de los enunciados lingüísticos. Por tanto, las ideas fundamentales de Vygotsky sobre las relaciones entre cognición y lenguaje continúan vigentes en la investigación actual, tanto a un nivel teórico como empírico, constituyendo además temas prioritarios de investigación. La perspectiva constructivista considera el aprendizaje como un proceso de construcción de conocimiento (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). Las prácticas para la enseñanza de las ciencias apoyadas en la argumentación son parte de los objetivos basados en el aprendizaje constructivista social. La argumentación, es una actividad dialógica que considera que la persuasión es parte del género discursivo de la ciencia, y por tanto es parte del género discursivo de la enseñanza de las ciencias. El discurso del profesor es dialógico, en tanto toma en cuenta la opinión de los estudiantes, también se produce un diálogo personal cuando se contrastan las ideas previas con las nuevas (Mortimer y Scott, 2003). En la Figura 1, se plantea la perspectiva sociocultural de Vygotsky y su relación con la argumentación.



Fuente: Los autores

Figura 1. Perspectiva sociocultural de Vygotsky

Brown (1992), sugirió que uno de los mayores desafíos en la década de 1990 para la investigación educativa en el aula, era el diseño, implementación y evaluación de una tendencia orientada a la construcción de comunidades de aprendizaje (Brown y Campione, 1990), en el que los estudiantes fueran actores de su propio aprendizaje. Se trataba de lograr seguir los planteamientos constructivistas en el aula de clase, y en especial en la clase de ciencias. Este enfoque hacía énfasis en la relación que existe entre el diseño del plan de estudios, los procesos de enseñanza y aprendizaje, y entre la investigación y la innovación educativa. Para Brown (1992) la vida del aula es sinérgica y es difícil de estudiar de manera independiente del sistema. Se necesitaba de un cambio en el sistema para lograr un cambio en la forma de enseñar y aprender ciencias.

Por otra parte, Kuhn (2005) sostiene que la importancia concedida al control de los alumnos de su propio aprendizaje y pensamiento es coherente con los enfoques de la psicología cognitiva que, por un lado, señalan el pensamiento evaluativo como la categoría más alta de comprensión epistemológica, donde los productos del conocimiento se encuentran más o menos apoyados con evidencias; y por el otro, concebir las formas avanzadas de pensamiento como la capacidad de evaluar el pensamiento “con respecto a su utilidad frente a los objetivos del pensador” (Moschman, 1998: 953). Para Moschman, esta forma avanzada de pensamiento es un razonamiento, definido como la aplicación deliberada de las limitaciones epistemológicas de su propio pensamiento.

Asimismo, Lave y Wenger (1991), destacan los compromisos sociales que proporcionan el contexto adecuado para el aprendizaje. Este énfasis en la interacción social como un componente esencial del desarrollo cognitivo y del aprendizaje, es permanente en la labor de los rusos teóricos histórico-culturales como Vygotsky, Luria y Leóntiev, que afirman que muchos procesos sociales relacionados con las funciones psicológicas son comunicativos, y que los procesos mentales superiores tienen su origen en actividades socialmente mediadas por el lenguaje. Se ha reconocido el papel del lenguaje y la comunicación en el aula para la construcción de conocimientos científicos; mediante las prácticas argumentativas los estudiantes ven necesario justificar públicamente sus afirmaciones.

Es por esto, que la enseñanza de la educación científica debe manejarse desde lo social; permitiéndole al estudiante recurrir al conocimiento, por medio de vivencias individuales, para entender las actuaciones y los comportamientos de las personas y comunidades. Por lo tanto, debe involucrar el lenguaje y la comunicación, que ayudan a la construcción de conocimientos científicos. Se debe tener en cuenta que el conocimiento científico involucra un conjunto de procesos (sensitivos, cognitivos y actitudinales) a través de los cuales el hombre de manera individual y colectiva, conoce su entorno y puede actuar sobre él.

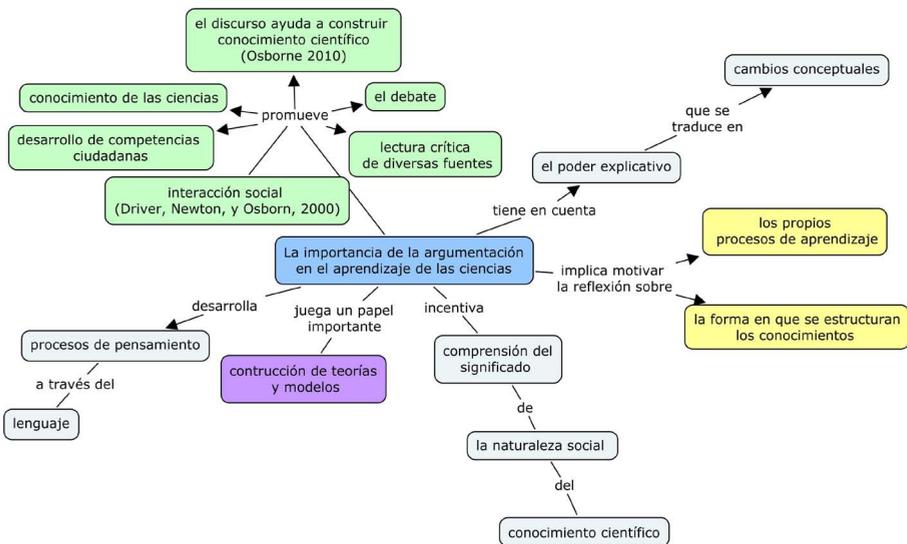
La importancia de la argumentación en el aprendizaje de las ciencias

La argumentación es una forma de discurso, que debe ser apropiada por los estudiantes y enseñada explícitamente en la clase de ciencias. La alfabetización científica se consigue a partir de la lectura crítica de diferentes fuentes, la participación en debates y la argumentación. Es necesario argumentar en la clase de ciencias porque el discurso ayuda a construir conocimiento científico (Osborne, 2010), promueve la interacción social (Driver, Newton y Osborne, 2000), desarrolla procesos de pensamiento a través del lenguaje y juega un papel importante en la construcción de explicaciones, modelos y teorías. Una de las principales razones para enseñar argumentación en la clase de ciencias, sostienen Dankert y Ratcliffe (2008 citados por Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007), es que los estudiantes deben tener una idea clara de lo que significa la ciencia, especialmente la naturaleza social del conocimiento científico, y para ello se hace necesario que los jóvenes construyan y analicen argumentos científicos con implicación social.

Argumentar en clase de ciencias, promueve logros como el conocimiento de ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Promover la argumentación

en el aula implica motivar en los estudiantes la reflexión sobre sus propios procesos de aprendizaje y sobre la forma en que se estructuran sus conocimientos. El compromiso epistemológico frente a los estudiantes, debe prevalecer más que la crítica sobre las observaciones inconsistentes o irrelevantes de los demás, debe tener en cuenta el poder explicativo que se traduce en cambios conceptuales (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007).

Como se muestra en la Figura 2, de acuerdo a García-Mila y Andersen (2008 citados por Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007) la fundamentación cognitiva del aprendizaje de la argumentación se encuentra enmarcada en dos dimensiones, la primera se refiere a la dimensión íter-sicológica (discusión grupal), ya que se busca identificar las premisas necesarias para justificar un postulado, identificar los postulados carentes de evidencias en el argumento del compañero y refutar los avances que hace el compañero al argumentar. La segunda, corresponde a la dimensión intra-sicológica en la medida en que los procesos involucrados en la argumentación son la inferencia (generación de conocimiento nuevo a partir de uno previo), el pensamiento (forma avanzada de inferencias, ya que las coordina en función de un propósito) y el razonamiento (forma avanzada de pensamiento que aparece cuando se evalúan los pensamientos en relación a un propósito).



Fuente: Los autores

Figura 2. Importancia de la argumentación en el aprendizaje de las ciencias.

Las dimensiones se encuentran caracterizadas por Wenzel (1990) desde el punto de vista de su ámbito de aplicación en función de los propósitos y el enfoque, la situación, los recursos, las normas y los roles. La argumentación exitosa cuenta con argumentos convincentes que deben ser apoyadas por razones (dimensión lógica) y defendida contra desafíos (dimensión dialéctica) de una manera persuasiva para sus interlocutores (dimensión retórica).

Propuesta epistemológica de Stephen Toulmin sobre la argumentación

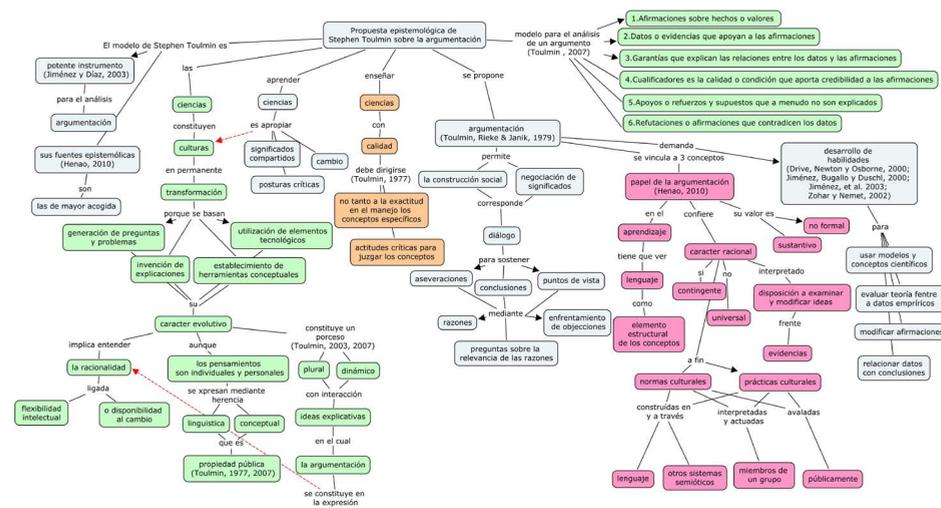
De acuerdo a Jiménez-Aleixandre y Díaz (2003), un potente instrumento para el análisis de la argumentación es el modelo de Stephen Toulmin (2007), que establece una serie de componentes y sus relaciones en la conversación natural. De manera similar, Henao (2010) señala que con relación a las fuentes epistemológicas, se puede decir que son los trabajos de Stephen Toulmin los de mayor acogida por esta perspectiva de investigación. De acuerdo con lo anterior, la filosofía de Toulmin expone que las ciencias constituyen culturas en permanente transformación ya que se basan en la generación de preguntas y problemas, invención de explicaciones, establecimiento de herramientas conceptuales y utilización de elementos tecnológicos; componentes cuyo carácter evolutivo implica entender la racionalidad como ligada a la flexibilidad intelectual o disponibilidad al cambio y que aprender ciencias es apropiar el conjunto cultural, compartir los significados, tomar posturas críticas y cambiar.

Toulmin, en su teoría evolutiva sobre las ciencias, indica que aunque nuestros pensamientos son de índole individual y personal, nuestra herencia lingüística y conceptual, por medio de la cual aquellos se expresan, es propiedad pública (Toulmin, 1977, 2007). Por otra parte, considera el devenir de las ciencias como un proceso plural y dinámico, con interacción de teorías explicativas, en el cual la argumentación se constituye en la expresión de una racionalidad contingente que permite dichos cambios (Toulmin, 2003, 2007).

Respecto a la educación en ciencias, Toulmin enfatiza que la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las actitudes críticas con las que los estudiantes aprenden a juzgar, aun los conceptos expuestos por sus profesores (Toulmin, 1977). En este sentido, cobra especial importancia enseñar actitudes críticas y propositivas, es decir, es fundamental la enseñanza explícita de procesos de razonamiento y argumentación.

De acuerdo con lo antes expuesto, la argumentación se propone como un proceso que permite la construcción social y la negociación de significados, debido a que corresponde a un diálogo en el cual, para sostener una afirmación, conclusión o punto de vista, se deben exponer razones, formular preguntas sobre la fuerza y relevancia de esas razones, enfrentar objeciones y, tal vez, modificar o matizar una tesis inicial (Toulmin, Rieke y Janik, 1979).

Como se muestra en la Figura 3, la epistemología de Toulmin se encuentra vinculada a tres conceptos entre los cuales se destaca: primero, que el papel de la argumentación en el aprendizaje tiene que ver con consideraciones sobre el lenguaje como elemento estructural de los conceptos; segundo, que el carácter de la racionalidad es contingente y no universal o trascendente; y finalmente, que el valor de la argumentación es sustantiva, no formal, con lo que la racionalidad puede ser interpretada como disposición de los miembros del grupo a examinar y modificar ideas de cara a las evidencias; y que lo racional, es afín con las formas en las cuales las normas y las prácticas culturales son construidas (Henoa, 2010).



Fuente: Los autores

Figura 3. Propuesta de Stephen Toulmin.

Para Toulmin un argumento necesita la apelación de justificaciones, evidencias y calificadores; de acuerdo con Dankert y Ratcliffe (2008 citados por Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007) las justificaciones en argumentos científicos deben estar sustentados por evidencias. Estas evidencias deben reportar resultados de

investigaciones. Las fuentes de dichos datos pueden ser las observaciones de sus propios experimentos, datos encontrados en los textos o explicados por el profesor.

Toulmin clasificó los elementos de los argumentos en invariables (los cuales no cambian de una disciplina a otra) y dependientes (los que cambian de una disciplina a otra). Los elementos invariables de toda argumentación son los descritos en el modelo (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). Por lo tanto, lo planteado en este documento se basa en el modelo de Toulmin para evaluar la argumentación de los estudiantes, y de esta manera, evidenciar el desarrollo cognitivo-lingüístico de los estudiantes a partir de una intervención didáctica.

Análisis de líneas de razonamiento en la argumentación escrita y criterios de evaluación

Los textos escritos juegan un papel importante en la generación de conocimiento debido a que la comunicación escrita provee un mecanismo de articulación de evidencias, justificaciones y postulados. De acuerdo con Duschl (2008 citado por Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007), existen cinco criterios importantes a tener en cuenta para analizar la calidad de los argumentos científicos, lo cual implica examinar:

1. La naturaleza y calidad del conocimiento postulado: se necesitan métodos analíticos para evaluar la habilidad de los estudiantes de coordinar las afirmaciones con los datos.
2. Si se justifica la afirmación: los estudiantes deben aprender a proveer evidencia empírica y a reconocer el tipo de evidencia necesaria para justificar su afirmación.
3. Si todos los datos disponibles se relacionan con la afirmación: los estudiantes tienden a enfocarse en una evidencia en particular a la cual le dan prelación porque sustenta sus creencias personales.
4. Si se contemplan diferentes alternativas en el argumento: algunos fenómenos naturales pueden tener varias explicaciones. Los estudiantes deben aprender a dar explicaciones alternativas.
5. La forma en que las referencias epistemológicas son utilizadas para coordinar las evidencias con la tesis.

Por otra parte, se establece que la evaluación lógica de un argumento requiere, como mínimo, interpretar un texto como un conjunto de razones o motivos diseñados

para apoyar un reclamo o una conclusión (Rehg, 2009). Es decir, primero se debe analizar el contenido del argumento teniendo una estructura determinada, como uno u otro tipo de deducción, o de tipo inductivo, o como una analogía, inferencia, o narrativa.

Principios de diseño para promover argumentación

El diseño destinado a apoyar la argumentación se relaciona con los entornos constructivistas de enseñanza y aprendizaje. Por lo anterior, la práctica de la argumentación en las clases de ciencias no puede ser vista como un objetivo desconectado del aprendizaje mismo de la ciencia, donde el rol de los estudiantes es el de productores de conocimiento (Jiménez-Aleixandre y Pereiro, 2002).

El diseño de los ambientes de aprendizaje para apoyar la argumentación descritos en un entorno constructivista de aprendizaje se relaciona con el desarrollo de prácticas epistémicas (Sandoval y Reiser, 2004), y en particular con la evaluación de los conocimientos. De acuerdo a Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007), el diseño centrado en la evaluación del conocimiento considera los siguientes seis aspectos:

1) *El plan de estudios*: Kuhn (2005) señala que en un plan de estudios se debe considerar tanto la investigación como la argumentación. El enfoque de la investigación tiene consecuencias no solo para el plan de estudios sino también en los roles de los estudiantes y profesores. Sandoval y Reiser (2004) conciben la práctica científica en la enseñanza como medio para el aprendizaje cognitivo. Señalan que la educación basada en el modelo investigativo: “hace énfasis en que el valor de los procesos científicos es la generación y validación de los conocimientos que surgen de los compromisos epistemológicos basados en conocimiento científico” (Sandoval y Reiser, 2004: 345).

El plan de estudios que promueva procesos argumentativos se debe estructurar para resolver problemas auténticos, que generen una diversidad de resultados en diferentes estados teóricos y con diferentes estados epistémicos, y utiliza los recursos que apoyan las prácticas epistémicas. Otro objetivo importante debe ser el de involucrar a los estudiantes en procesos de investigación y particularmente en las prácticas discursivas de los científicos.

2) *El papel de los profesores*: para la enseñanza y el aprendizaje dentro del modelo constructivista los estudiantes son el centro del proceso, y el papel del profesor incluye la dirección de la investigación y de los objetivos de aprendizaje. En términos de Vygotsky (1978), el profesor es el compañero más capaz, y es quien proporciona la estructura para el desempeño responsable de los estudiantes. Las tareas y responsabilidades se distribuyen entre los participantes en la comunidad (Cole y Engeström, 1993). En entornos argumentativos los profesores asumen roles como:

- Servir de modelo y guía para la investigación. Los contextos de investigación proporcionan ambientes apropiados para que tenga lugar la argumentación. Para Brown, Ash, Rutherford, Nakagawa, Gordon y Campione (1993: 207) el profesor que usa los modelos de investigación científica hace más que proporcionar conferencias, gestionar el trabajo y realizar los controles de clase; son promotores del aprendizaje, motivando en ellos el descubrimiento dirigido, la investigación, la lectura, la escritura y el uso de las TIC como herramientas.
- Motivar a los estudiantes a proporcionar evidencias para justificar sus afirmaciones (Simon, Erduran y Osborne, 2006); mediante el uso de preguntas de respuesta abierta que susciten las justificaciones.
- Desarrollar y establecer criterios para la construcción y evaluación de los argumentos y sus componentes a partir de indicadores (Osborne, Erduran, y Simon, 2004) o mediante una rúbrica (Sandoval y Reiser, 2004).
- Orientar los objetivos epistémicos relativos a la argumentación en las intervenciones orales.
- Promover la reflexión de los estudiantes acerca de sus posiciones y cambio de posiciones como resultado de la enseñanza o los debates, y sobre las razones que subyacen a ese cambio (Jiménez-Aleixandre, López y Erduran, 2005; Simon et al., 2006).

3) *La comunicación*: hacer uso de diferentes formas de comunicación es un aspecto central para las clases de ciencias (Mortimer y Scott, 2003). Las características de esta aula son:

- El aprendizaje colaborativo, basado en los enfoques de visión del conocimiento como una construcción social y la cognición distribuida. En este sentido, se destacan por lo menos dos dimensiones: el diseño y la organización de formas de colaboración, como la enseñanza recíproca o el método de rompecabezas, y el establecimiento de una comunidad de diálogo en un ambiente de

colaboración, donde la discusión, las preguntas, las evaluaciones y las críticas son lo preponderante (Brown et al., 1993; Mason, 1996). El discurso colaborativo permite a los participantes negociar significados, explicaciones y criterios de evaluación (Kelly, Druker y Chen, 1998; Sandoval y Reiser, 2004).

En los contextos interactivos, las interacciones argumentativas pueden adoptar la forma de intentos de convencer, de negociar opciones, de explorar la cooperación para llegar a una solución dentro de un espacio dialógico (Baker, 2002).

4) *El papel de los estudiantes*: los estudiantes son los que desarrollan el control de su propio aprendizaje, actuando como productores de conocimiento, más que como consumidores de los conocimientos producidos por otros. Tener el control por parte de los estudiantes es fundamental para la promoción de la argumentación, y se conecta a un medio ambiente que requiere de los estudiantes la realización de prácticas epistémicas; definidas por Kelly et al. (1998) como las relativas a proponer, justificar, evaluar y criticar las afirmaciones de conocimiento.

5) *La reflexión, la metacognición y la regulación*: los conocimientos y prácticas de evaluación deben ser intencionales y requieren un alto grado de reflexión sobre el pensamiento. El seguimiento de los estudiantes de su propio pensamiento y trabajo en equipo son procesos que pueden ocurrir en diferentes etapas, desde la reflexión a la cognición y la metacognición epistémica.

La metacognición es pensar sobre el pensamiento, según Zohar (2004) y Zohar y Nemet (2002) la metacognición se utiliza en dos sentidos diferentes: el conocimiento metacognitivo, lo que es y lo que se sabe acerca de la cognición, y los procesos de control metacognitivos o el uso de ese conocimiento para regular la cognición. La metacognición se documenta solo cuando los estudiantes hacen referencia explícita a su pensamiento y los procesos del saber.

6) *La evaluación*: para Brown et al. (1993) resulta difícil el equilibrio entre los estándares de las evaluaciones y el contrato social con los estudiantes, que los anima a actuar como copartícipes de una comunidad de aprendizaje, para lo cual se hace necesario permitir que participen en los procesos de evaluación. Por lo anterior, las características de la evaluación en contextos argumentativos son los siguientes:

- Participación de los estudiantes en el diseño de los objetivos de enseñanza.
- Participación de los estudiantes respecto a los productos a ser evaluados y las formas de evaluación o métodos de medición.
- Uso de formatos de discusión como métodos de medición de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky, con lo que se posibilita la externalización de los procesos mentales. Cabe anotar que la zona de desarrollo próximo se entiende como: “la distancia en el nivel real de desarrollo de una persona, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz” (Vygotsky, 1988: 133). Uso del portafolio como parte de la evaluación, ya que facilita la reflexión sobre el propio aprendizaje, la comparación con las propuestas iniciales y la participación activa como autoridad en la evaluación (Jiménez-Aleixandre y Pereiro, 2002).
- El uso de múltiples medios que van más allá de los exámenes escritos. El profesor puede construir un ambiente de aprendizaje, con múltiples prácticas discursivas, para valorar el conocimiento sobre las ciencias, por ejemplo: explicaciones de representaciones visuales, tomando el papel del profesor, la solución de problemas, la explicación de fenómenos o el cuestionamiento de los datos.

Conclusiones

La argumentación se ha convertido, en los últimos años, en una línea prioritaria de investigación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en diferentes campos de conocimiento, así aparecen investigaciones que abordan la argumentación desde la construcción de las ciencias escolares, bien en matemáticas, ciencias naturales, entre otras.

Esta línea se ha venido construyendo a partir de los estudios que hacen evidente la necesidad de estudiar los procesos comunicativos en los diferentes escenarios en los que se desarrollan la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, al tomar como línea base, el desarrollo del pensamiento fundamentado en un adecuado desarrollo de la argumentación, como habilidad cognitivo-lingüística.

La argumentación en ciencias se ha convertido en una prioridad para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, por su promoción de la interacción social y

por su contribución al desarrollo de procesos metacognitivos en los estudiantes y profesores; y uno de los modelos que más ha tenido impacto en la enseñanza de las ciencias ha sido el modelo de Toulmin.

Los diseños para promover la argumentación están soportados en el “diseño curricular”, en donde equipos de profesores generan propuestas contextualizadas, que regulan las actividades de los estudiantes para el desarrollo de procesos de autorregulación permanente, que impacten no solo su vida escolar, sino que generen aprendizajes para toda la vida y procesos continuos de aprender a aprender.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, C. (2010). “La relación entre lenguaje y pensamiento de Vygotsky en el desarrollo de la psicolingüística moderna”. *RLA, Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, No. 2, Vol. 48, pp. 13-32.

Baker, M. (2002). “Argumentative interactions, discursive operations and learning to model in science”. En: Brna, P., Baker, M., Stening, K. y Tiberghien, A. (eds.). *The role of communication in learning to model* (pp. 303-324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Brown, A. (1992). “Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings”. *The Journal of the Learning Sciences*, No. 2, Vol. 2, pp. 141-178.

Brown, A. y Campione, J. (1990). “Communities of learning and thinking, or a context by any other name”. *Human Development*, 21, pp. 108-126.

Brown, A., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A., y Campione, J. (1993). “Distributed expertise in the classroom”. En: Salomon, G. (ed.). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 188-228). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Cole, M., y Engeström, Y. (1993). “A cultural-historical approach to distributed cognition”. En: Salomon, G. (ed.). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 1-469). Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Dankert, S. y Ratcliffe, M. (2008). “Social aspects of argumentation”. En: Jiménez-Aleixandre, M. y Erduran, S. (eds.). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 117-136). Vol. 35. Springer.

Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). "Establishing the norms of scientific argumentation in classroom". [Versión electrónica]. *Science Education*, No. 84, Vol. 3, pp. 287-312. En: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/71007660/issue> [consultado el 14 de febrero de 2013].

Duschl, R. (2008). "Quality argumentation and epistemic criteria". En: Jiménez-Aleixandre, M. y Erduran, S. (eds.). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-178). Vol. 35. Springer.

Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. (eds.). (2007). *Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.

García-Mila, M. y Andersen, C. (2008). "Cognitive foundations of learning argumentation". En: Jiménez-Aleixandre, M. y Erduran, S. (eds.). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 29-46). Vol. 35. Springer.

Henao, B. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la Perspectiva de Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos, Programa Internacional de Doctorado, Enseñanza de las Ciencias, Departamento de Didácticas Específicas. En: http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/144/1/Henao_Sierra.pdf [consultado el 22 de noviembre de 2012].

Jiménez-Aleixandre, M. y Díaz, J. (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. En: <http://ensciencias.uab.es/revistes/21-3/359-370.pdf> [consultado el 17 de diciembre de 2012].

Jiménez-Aleixandre, M., López, R. y Erduran, S. (2005). *Argumentative quality and intellectual ecology: A case study in primary school*. Paper presented at the National Association for research in Science Teaching (NARST) Annual Meeting. Dallas, TX, April.

Jiménez-Aleixandre, M. y Pereiro, C. (2002). "Knowledge producers or Knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management". *International Journal of Science Education*, No. 11, Vol. 24, pp. 1171-1190.

Kelly, G. J., Druker, S. y Chen, C. (1998). "Student's reasoning about electricity: Combining performance assessment with argumentation analysis". *International Journal of Science Education*, No. 7, Vol. 20, pp. 849-871.

Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mason, L. (1996). "An analysis of children's construction of new knowledge through their use of reasoning and arguing in classroom discussions". *Qualitative Studies in Education*, No. 4, Vol. 9, pp. 411-433.

Mortimer, E. y Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.

Moschman, D. (1998). "Cognitive development beyond childhood". En: Kuhn, D. y Siegler, R. S. (eds.). *Handbook of child psychology: Vol. 2, Cognition, perception and language* (pp. 947-978). 5th ed. New York: Wiley.

Osborne, J. (2010). "Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse". *Science Magazine*, No. 5977, Vol. 328, pp. 463-466.

Osborne, J., Erduran, S. y Simon S. (2004). "Enhancing the quality of argumentation in school science". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 10, Vol. 41, pp. 994-1020.

Rehg, W. (2009). *The Science Wars, Argumentation Theory, and Habermas*. Cambridge: The MIT Press. p. 1-20. En: <http://mitpress.mit.edu/books/chapters/0262182718chap1.pdf> [consultado el 29 de enero de 2013].

Sandoval, W. y Reiser, B. (2004). "Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry". *Science Education*, 88, pp. 345-372.

Simon, S., Erduran, S. y Osborne, J. (2006). "Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom". *International Journal of Science Education*, No. 2-3, Vol. 28, pp. 235-260.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

_____. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona: Ediciones Península.

_____. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Ediciones Península.

Toulmin, S., Rieke, T. y Janik, A. (1979). *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan. Versión de Carlos Gutiérrez, C. Virtual Books. En: <http://www.geocities.com/prolenguaje/elemargumtoul.htm>

Vygotsky, L. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Editorial Latuario. p. 181. En: http://cvc.cervantes.es/lengua/thesaurus/pdf/20/TH_20_002_191_0.pdf [consultado el 3 septiembre de 2011].

_____. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Editorial Crítica, Grupo Editorial Grijalbo.

Wenzel, J.W. (1990). "Three perspectives on argument: rhetoric, dialectic, logic". En: Trapp, R. y Schuetz, J. (eds.). *Perspectives on Argumentation. Essays in the Honor of Wayne Brockriede* (pp. 9-26). Illinois: Waveland Press.

Zohar, A. (2004). *Higher order thinking in science classrooms: Students' learning and teachers' professional development*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

Zohar, A. y Nemet, F. (2002). "Fostering Student's knowledge and argumentation skills though dilemmas in Human Genetics". *Journal of Research in Science Teaching*, 39, pp. 35-62.