

## Capítulo Quinto

---

### Argumentación y educación en ciencias: vínculos con la alfabetización y la cultura científica<sup>1</sup>

*Pablo Antonio Archila*  
*Universidad Autónoma de Colombia*  
*pabloantonioarchila@yahoo.fr*

#### Introducción

Uno de los aportes relevantes que la argumentación hace a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, tiene que ver con la mejora de las formas como los estudiantes construyen comprensiones acerca del conocimiento científico escolar (El-Hani y Mortimer, 2007; Stipcich, et ál., 2006; Texeira, 2010), con lo cual esta habilidad de pensamiento en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, se ha constituido como un tema multidisciplinar abordado desde sus fundamentos por las ciencias del lenguaje (Buty y Plantin, 2008). En este artículo se entiende a la argumentación como una habilidad cognitivo-lingüística (Jorba, et ál., 2000), es decir, como una estrategia de tipo metalingüístico presente en actividades de aprendizaje que estén orientadas hacia la estructuración del conocimiento adquirido y en favor del aprendizaje significativo (Aragón, 2007).

En tal sentido, la didáctica de las ciencias cuenta con trabajos de investigación (Archila, 2012; Berland y Reiser, 2009; Bricker y Bell, 2009; Candela, 1991; Driver, et ál., 2000; Duschl, 2008; Erduran y Jimenez-Aleixandre, 2007; Kelly, et ál., 2007; Kuhn, 1993; Lehrer, et ál., 2001; 2008; Naylor, et ál., 2007; Nussbaum, et ál., 2008; Plantin, 2005; Osborne, 2010; Osborne, et ál., 2004; Revel, et ál., 2005; Texeira, 2010; Sampson y Clark, 2008; Sanmartí, 2003; Simon, et ál., 2006; Sutton, 1992; Zohar y Nemet, 2002) en los cuales se consolida la argumentación como uno de los elementos a ser considerados en el diseño y aplicación de estrategias

---

<sup>1</sup> Este trabajo se desarrolló en el marco del Doctorado Interinstitucional en Educación, sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

educativas que promuevan el desarrollo de las habilidades de pensamiento de los estudiantes. Estos trabajos coinciden en proponer la argumentación como una habilidad que contribuye a la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con la proposición y toma de decisiones relevantes para la sociedad.

La argumentación permite que los estudiantes hablen y escriban en el ámbito de la cultura de las ciencias de la naturaleza, es decir, posibilita la *alfabetización científica* (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007). Este tema se constituye como una emergente línea de investigación de la didáctica de las ciencias con una comunidad (Acevedo, línea de investigación de la didáctica de las ciencias (Acevedo, 2004; Acevedo, et ál., 2005; Cajas, 2001; Carson, 2002; Désautels, et ál., 2003; El-Hani y Mortimer, 2007; Goulart, 2000; Martínez y Molina, 2011; Roberts, 2007; Santos, 2007; Smith y Siegel, 2004) con una comunidad interesada por la comprensión de las concepciones del término *cultura científica* y sus impactos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. La reflexión anterior surge luego de considerar la adquisición de una cultura científica como uno de los propósitos de la educación en ciencias. En la actualidad parece haber claridad en la responsabilidad de incluir en los currículos de ciencias aspectos sociales y personales de los estudiantes como camino hacia una alfabetización científica que promueva la inclusión social (Chassot, 2003). Sin embargo, existen cuestionamientos acerca de las formas de hacer evidente dicha inclusión, pues aun no es claro cómo incorporar significativamente las ideas de los estudiantes (provenientes de sus contextos culturales) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza (Molina, 2007).

En este artículo se hace uso de los principales fundamentos de la argumentación en ciencias con el fin de precisar algunos de los aportes que en general esta habilidad de pensamiento le brinda a la educación en ciencias, y en particular, al favorecimiento de una cultura científica escolar consistente con los desafíos que supone el respeto y reconocimiento de la cultura de los estudiantes.

### **La argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: puntos de encuentro con la alfabetización y la cultura científica**

En este apartado se realiza una breve caracterización de la argumentación en ciencias con el fin de precisar algunos de los puntos de encuentro que esta habilidad de pensamiento podría tener con la alfabetización y la cultura científica.

Respecto a la argumentación en ciencias, Aragón (2007) resalta las siguientes fases como constituyentes de un proceso argumentativo en ciencias:

- La presentación de datos o hechos.
- La conclusión o tesis que se defiende.
- La justificación, o elaboración de razones o argumentos que se proponen para conectar los hechos iniciales con la conclusión.

La justificación de una tesis depende de las circunstancias en las que se realiza la argumentación, y pueden reforzarse con comentarios para darle más énfasis, sobre todo si la fundamentación no es concluyente y suele ir acompañada de refutadores, que son comentarios en los que se pone de manifiesto sus límites de validez o las circunstancias en las que no son ciertas las justificaciones.

La argumentación tiene un papel muy importante en el aprendizaje de los conceptos científicos (Sardá y Sanmartí, 2000):

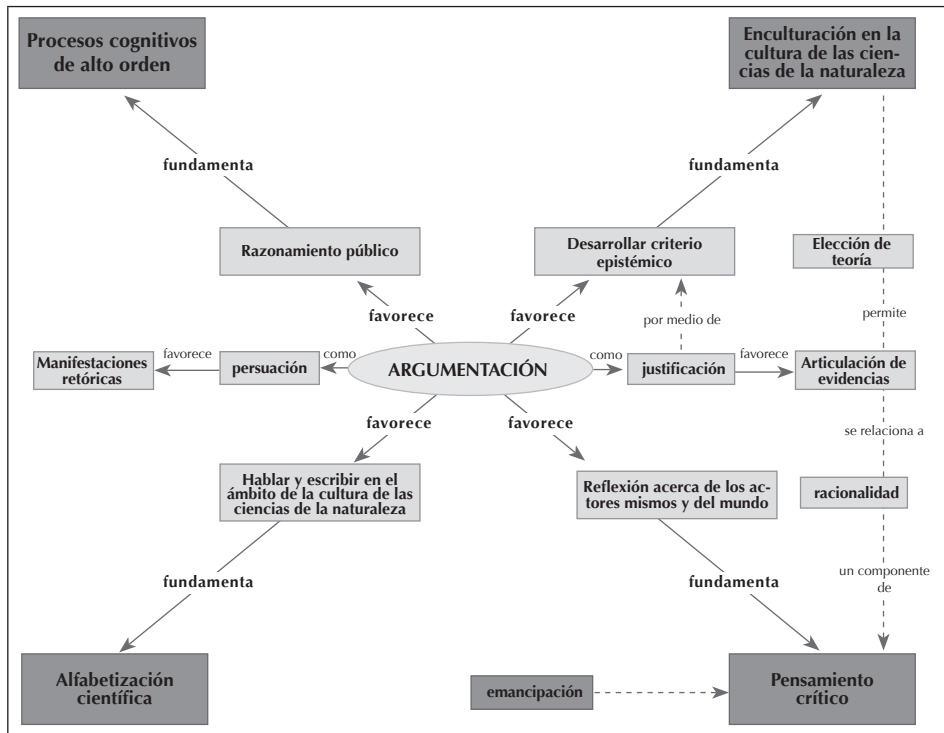
- *Favorece su comprensión* ya que implica relacionar los contenidos científicos con problemáticas reales.
- *El diálogo argumentativo favorece el aprendizaje* de los estudiantes, siendo una herramienta fundamental en el trabajo de grupos cooperativos.
- *Estructura* diversas formas de razonamiento.
- *Mejora* la comprensión de la naturaleza de la ciencia.
- *Potencia* y beneficia la capacidad de comunicación.
- *Estimula* el pensamiento crítico y la capacidad de decisión.

Los postulados de Aragón (2007) y Sardá y Sanmartí (2000) acerca de la argumentación en ciencias, permite iniciar una reflexión respecto de sus posibles puntos de encuentro con la alfabetización y la cultura científica. Pera (1994) considera que el contexto cultural cotidiano no es el mismo que el de la cultura científica, y que los discursos en cada contexto tienen características diferentes que deben ser tomadas en cuenta cuando se pretende desarrollar un conocimiento científico escolar. Este autor también estudia las relaciones que se pueden establecer entre la ciencia y la cultura, para lo cual realiza estudios filosóficos y plantea que la ciencia no es un espejo de la naturaleza, pero tampoco es un constructo cultural arbitrario. Sus conceptualizaciones no se aceptan, si no persuaden a una

comunidad que contra-argumenta con base en factores técnicos y con estrategias específicas, haciendo de la *retórica* el elemento constitutivo de la ciencia.

En tal sentido, es necesario precisar que en este artículo el *contexto cultural cotidiano* se refiere a la realidad inmediata de los estudiantes (El-Hani y Mortimer, 2007). Cuando se menciona el término *conocimiento científico escolar*, se reconoce que la actividad científica escolar es un proceso de atribución de sentido al mundo a través de modelos teóricos, con lo cual bajo esta perspectiva, al conocimiento científico escolar lo constituyen los modelos científicos escolares y los hechos reconstruidos por ellos (Bahamonde, 2007). Uno de los desafíos de la educación en ciencias radica en *valorar* el contexto cultural cotidiano de los estudiantes a fin de propiciar la construcción de aprendizajes relevantes en el marco de la ciencia escolar. En este artículo se propone que la argumentación podría contribuir a afrontar dicho desafío cuando, debido a su relación con la alfabetización científica (Fourez, 1997) y la cultura científica, esta última –de acuerdo con Godin y Gingras (2000)– presenta múltiples interpretaciones; en este artículo la *cultura científica* se entiende como el conjunto de normas y prácticas situadas en el marco de la honestidad, la apertura y la continua reflexión acerca de cómo se construyen y evalúa la calidad de la investigación en ciencias (Feuer, et ál., 2002).

Las contribuciones que brinda la argumentación a la alfabetización y cultura científica que construyen los estudiantes, surgen luego de posicionar a esta habilidad de pensamiento como una *habilidad cognitivo-lingüística*, con lo cual argumentar en clase de ciencias desde esta mirada, es producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con la finalidad de modificar el valor epistémico de la tesis desde el punto de vista del destinatario (Jorba, et ál., 2000). La Figura 1 muestra algunas de las potencialidades de la argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, entre las que se encuentran el desarrollo de procesos cognitivos de alto orden, *enculturación en la cultura científica*, *alfabetización científica* y aportes para el logro del pensamiento crítico en los estudiantes.



Modificado de Erduran y Jiménez-Aleixandre (2007, p. 11)

**Figura 1.** Contribuciones potenciales de la argumentación en ciencia escolar

Luego de reconocer que la argumentación realiza aportes relevantes a la alfabetización y la cultura científica en el marco de la ciencia escolar (véase Figura 1), conviene mencionar la investigación de Archila (2013), quien sostiene que si se asume la argumentación en ciencia escolar como una habilidad cognitivo-lingüística, esto permitiría distinguir con mayor claridad su asociación con el lenguaje de las ciencias (elemento constitutivo de la alfabetización y la cultura científica), pues:

*el aprendizaje de la ciencia implica aprender a hablar en el idioma propio de está. Implica también utilizar este lenguaje conceptual tan especial al leer y escribir, al razonar y resolver problemas y durante la práctica en el laboratorio y en la vida cotidiana. Implica aprender a comunicarse en este idioma y ser miembro activo de la comunidad de personas que lo utilizan (Lemke, 1997, p.17).*

La reflexión anterior otorga sustento a la idea de que la cultura de las ciencias surge de la dinámica de una única mezcla de preguntas y argumentos que inten-

tan establecer claras conexiones entre afirmaciones, evidencias y justificaciones (Haack, 2003). Al respecto, Osborne (2010; 2012) reitera que la construcción de argumentos y su crítica permiten que las ciencias continúen produciendo nuevo conocimiento acerca del mundo natural.

El acercamiento a la cultura científica promueve en los estudiantes visiones críticas acerca de cómo se construye el conocimiento científico, pues tienen la posibilidad de conocer que en las comunicaciones entre científicos abundan las discusiones y polémicas, que son asumidas por ellos como una parte natural y sumamente importante de su tarea (Dunbar, 2000; Campanario, 2004; Reis y Galvão, 2005). En este sentido, Stipcich, et ál. (2006) hacen una crítica a lo que denominan *concepciones ingenuas* de la ciencia, que suponen que el progreso científico no es más que una acumulación de resultados exitosos e indiscutibles, asumiendo tácitamente que la argumentación no tendría relevancia en el campo científico. Esta situación se traslada a la escuela por el desconocimiento de los mismos profesores de ciencias, quienes en algunos casos ignoran estos intercambios de opiniones, posturas, puntos de vista, etc. (Vianna y Carvalho, 2000; Molina, 2012; Molina y Utges, 2011, Mosquera, 2000).

Es claro que en el desarrollo de las ciencias de la naturaleza existen diversas situaciones (la incorporación o no de una teoría, el uso o no de un método, la aplicación o no de un modelo de explicación) que originan polémicas, controversias y debates. Lo cual sugiere que tanto estudiantes como profesores de ciencias manifiesten una adecuada gestión de lo que Plantin y Muñoz (2011) denominan *discurso polémico*. Para ello, se debe comprender la argumentación como una actividad de tipo racional, que utiliza la lengua de todos los días, de la que supone un buen manejo (Plantin y Muñoz, 2011). Para el caso de la argumentación en ciencias, se trata del lenguaje científico, en donde la alfabetización y la cultura científica que construyan los estudiantes juega un papel considerable.

A su vez Cademártori y Parra (2004) reconocen que si se fomenta en la escuela la falibilidad del conocimiento científico (tarea que es promovida por la argumentación), esto contribuiría en la imagen de los estudiantes hacia la posibilidad de rectificar sus propias ideas, así como a favorecer la generación de un ambiente de aprendizaje más crítico en el cual se brinden espacios para explorar las características más importantes de la dinámica, que es propia de la construcción de conocimiento en ciencia (entre ellas, la relevancia de las argumentaciones

dentro de la comunidad), a fin de favorecer en los estudiantes la construcción de una imagen de ciencia contraria a una ciencia acabada e incuestionable, en donde el debate no tiene lugar. De este modo se propiciaría un mejor desarrollo de argumentaciones sobre los contenidos que se estudian en las clases de ciencias (Stipcich, et ál., 2006).

En tal sentido, la argumentación surge como una vía de negociación entre las personas, ya que de acuerdo con Stipcich, et ál. (2006), esta privilegia la capacidad de entendimiento y de razonamiento crítico cuando hay divergencias de opinión frente a un tema. En particular, en clases de ciencias, donde la finalidad educativa es la formación global de los ciudadanos, se espera que los estudiantes desarrollen habilidades argumentativas que se hagan evidentes en la discusión sobre conocimientos científicamente consensuados, pero también sobre conocimientos que desde otras manifestaciones culturales explican situaciones del entorno social y natural. Este es uno de los puntos de encuentro que permite denotar con claridad la argumentación en relación con la alfabetización y la cultura científica.

Para Fourez (1997), la adquisición de la alfabetización y la cultura científica se refiere a una educación que permita, a partir de la formación científica lograda, la toma de decisiones de los ciudadanos. Otros autores (Andrade, 1997; Kerre, 1997; Layton, 1994; y Morgan, 1997) consideran conveniente relacionar los aprendizajes de la ciencia, otorgando un lugar privilegiado a la actuación de los sujetos en la sociedad, así la alfabetización científica se asume como aprender a resolver problemas concretos y atender a las necesidades de la sociedad. Por su parte, Cobern y Aikenhead (1998) comprenden la alfabetización científica como el acto de enculturación, como aquello que los sujetos logran desde la ciencia para dar sentido al mundo natural y social. Bajo la comprensión de estas perspectivas, la argumentación se sitúa como una habilidad cognitivo-lingüística que realiza aportes para la mejora de la alfabetización y la cultura científica, pues esta habilidad promueve el desarrollo de actitudes comunicativas, tomando como base las interacciones que ocurren en la clase de ciencias (Buty y Plantin, 2008). A su vez, dichas interacciones se ven promovidas por las representaciones de los estudiantes acerca de la cultura científica. Al respecto, en este artículo se sostiene que aprender a hablar y escribir ciencia (alfabetización científica) es un proceso similar al del aprendizaje de cualquier lengua extranjera, con lo cual la *comprensión de los significados* (cultura científica) de los conceptos empleados

en ciencias, deberá ser uno de los logros de los estudiantes (Lemke, 1997), pues de ello depende que puedan construir relaciones con otros conceptos (Lemke 2000; Martin y Veel, 1998).

El uso de argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias constituye una necesidad, pues es una práctica social utilizada en la comunidad científica para generar conocimiento y criticar reclamaciones/teoría. Al respecto, Plantin (2009) sugiere que la *argumentación crítica* (aquella que promueve el consenso construido en colectivo) responde a muchas de las expectativas que hoy en día demanda la educación, entre ellas la formación de ciudadanos con un alto nivel de alfabetización y cultura científica. Este autor afirma que existen teorías de la argumentación que no son teorías críticas, es decir, teorías para las cuales la argumentación se asimila a los pleitos en general de significado –allí se ubican Grize (1982) y Ducrot (1980)–, y de otra parte, las que se proponen como modelos positivos del discurso racional, como la de Perelman y Olbrechts-Tyteca (1958) o Toulmin (1958).

En síntesis, debido a los aportes que la argumentación podría realizar a la alfabetización y cultura científica, esta habilidad de pensamiento se ha venido posicionando como un imperativo social si se le considera como un camino de tratar las diferencias, eliminándolas o haciéndolas prosperar para el bien de todos (Plantin, 2002; 2011). De igual manera, se puede recurrir a la argumentación para justificar, sobre la base de valores compartidos, la existencia de posturas críticas acerca de temas de discusión que resultan ser socialmente sensibles, como es el caso del racismo, el aborto, la defensa del medio ambiente, la guerra, las mujeres, los niños, los animales, entre otros (Plantin, 2009).

## **El rol del profesor en la promoción de la argumentación, la alfabetización y la cultura científica**

En este apartado se desarrollan dos ideas, la primera tiene que ver con situar el lenguaje de las ciencias como el eje articulador entre la habilidad cognitivo-lingüística de la argumentación, la alfabetización y la cultura científica. La segunda, está dedicada a caracterizar el rol (deseable) de un profesor de ciencias que se interese por promover la alfabetización y la cultura científica mediante el desarrollo de la argumentación de los estudiantes.



Para Toulmin (1958) la argumentación surge como la elaboración de un discurso que tiene como finalidad convencer o hacer partícipes a otros de una conclusión, una opinión o de un sistema de valores. De otra parte, Habermas (1983) entiende la argumentación como un macro acto de habla, como un medio para conseguir un entendimiento lingüístico, que es el fundamento de una comunidad y es el uso de la intersubjetividad que alcanza un consenso que se apoya en un saber proporcional compartido, en un acuerdo normativo y una mutua confianza en la sinceridad subjetiva de cada uno. Por ende, este autor resalta que los sujetos capaces de lenguaje y de acción deben estar en condiciones no solo de comprender, interpretar, analizar, sino también de argumentar según sus necesidades de acción y de comunicación.

Revel, et ál. (2005) entienden que la argumentación es una habilidad cognitivo-lingüística compleja (Sanmartí, 2003) luego de considerar que se apoya en habilidades cognitivas de alta complejidad, pero también hace uso del lenguaje oral o escrito, en textos, que entienden como unidades de sentido (Andriessen y Coirier, 1999), y que es de importancia central para la alfabetización científica. Lemke (2001) sostiene que se debe prestar atención a los vínculos existentes entre el lenguaje y la comunicación en ciencias, por cuanto sugiere que el reconocimiento de dichos vínculos favorece el diseño y aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en donde se mejora la lectura crítica de textos científicos y el análisis crítico de datos, la argumentación y la evidencia.

Al respecto, Chassot (2003), Roberts (2007) y Smith y Siegel (2004) también consideran que comprender el lenguaje de las ciencias es uno de los retos de los estudiantes, pues así como quien desconoce el lenguaje de una cultura encuentra dificultades para desenvolverse en ella, los estudiantes de ciencias encuentran obstáculos en la cultura científica cuando desconocen su lenguaje, lo cual incide en las maneras como explican y argumentan fenómenos naturales. Por tal motivo, el éxito de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza debe prestar especial atención a la comprensión que los estudiantes construyen acerca del lenguaje de las ciencias (Lugones, 1987). Este es un punto a considerar para el desarrollo de argumentaciones críticas en debates socio-científicos que deberían ser muy comunes en las clases de ciencias (Plantín, 2003, 2011; Sadler, 2011), pues no se trata de hacer creer a los estudiantes en las teorías de las ciencias de la naturaleza conduciéndolos a la negación de sus concepciones y explicaciones culturales, sino de brindarles herramientas (no impuestas) por medio de las

cuales logren explorar esta (para ellos) nueva cultura, la cultura científica. Un reto posterior para la educación consiste en proponer e implementar desde el currículo, estrategias formativas en las cuales los estudiantes perciban la cultura científica como una de tantas culturas, con sus propias formas de razonar, explicar y argumentar los fenómenos de la naturaleza (El-Hani y Mortimer, 2007), cuya comprensión podría ser útil para resolver problemas de la vida cotidiana (Cajas, 2001; Molina, 2007; Mosquera y Molina, 2011).

Por consiguiente, varios autores (El-Hani y Mortimer, 2007; Kuhn, 2010; Osborne, et ál., 2004) consideran que el desarrollo de habilidades argumentativas (que favorecería la alfabetización y la cultura científica) demanda un cambio sustancial en el papel que se les ha otorgado a los profesores como aquellos que dan respuestas correctas (Simon, et ál., 2006), con lo cual Zohar (2008) sugiere concebir a los docentes como facilitadores de la construcción de aprendizajes haciendo uso de habilidades argumentativas; es en este punto en particular, en el cual advierten Archila (2012) y Zohar (2008), se encuentran menos trabajos en comparación con investigaciones más generales acerca de la formación docente y su desarrollo profesional.

Para Stipcich, et ál. (2006) es clara la potencialidad del discurso argumentativo como espacio de negociación de significados para la construcción de conocimiento en ciencia y sobre la ciencia (cultura científica). En tal sentido, el profesor es un agente decisivo a la hora de promover la mejora de las argumentaciones de los estudiantes. Estas autoras son quienes sitúan el discurso argumentativo en la competencia dialógica por ser esta donde el lenguaje cobra sentido para articular las comunicaciones profesor-estudiante, aspecto también abordado por (Chassot, 2003). Es decir, de acuerdo con Hand y Prain (2006), que es la comunicación la que posibilita la existencia de la argumentación en las clases de ciencias, pues como estos autores lo reconocen, las capacidades lectoescritoras de los estudiantes determinan el grado de relevancia de los conocimientos de las ciencias que construyen, así como el nivel de desarrollo de sus razonamientos. Por tal motivo, se hace necesaria (en el ámbito escolar) la existencia de una conexión entre las capacidades lectoescritoras y la enseñanza de las ciencias (Hand y Prain, 2006). Los estudios sobre discurso resultan de la confluencia de aportes teóricos tanto psicológicos, como lingüísticos y culturales. Es, sin duda, un campo interdisciplinar (Leitão, Banks-Leite, 2004).

Al respecto, una de las acciones que deberá emprender el profesor, es reconocer que en clase de ciencias existen desacuerdos (muy comunes en ciencias) originados por diferencias de opinión que suscitan la existencia de discursos argumentativos, así como procesos de *debate* cuya tipología es estudiada por El-Hani y Mortimer (2007), Plantin (2003, 2005), Osborne (2010) y Sadler (2011), quienes los consideran como situaciones privilegiadas y propias del quehacer científico en las cuales se ejercen capacidades tales como expresarse, construir un punto de vista y dar razones que lo respalden. En este sentido, Mortimer y Machado (2001) están de acuerdo en que la toma de consciencia y participación de los estudiantes en la resolución de conflictos, depende no solo de la selección (realizada por el profesor) de unas estrategias adecuadas, sino, sobre todo, del discurso construido en torno a la actividad. Es ahí, en ese momento, en que cobra sentido la labor del profesor en la incorporación de estrategias argumentativas dinamizadoras de la alfabetización y la cultura científica bajo una previa revalorización de la especificidad de cada disciplina.

Para dilucidar el rol del profesor en la promoción de la argumentación, la alfabetización y la cultura científica, conviene precisar que la argumentación se pone en práctica en clase de ciencias cuando se propone la resolución de problemas auténticos o cuando se le da a los estudiantes la oportunidad de discutir problemas relevantes para ellos (Jiménez Aleixandre, 1998). Esta perspectiva fundamenta la necesidad de prestar atención a las representaciones que el profesor manifiesta acerca del tema de la argumentación, es decir que cuente con formación al respecto. Lo anterior podría favorecer la construcción de una mirada innovadora de los problemas auténticos que el profesor aborda junto con los estudiantes, lo que conlleva a que la construcción de la alfabetización y cultura científica mediante el desarrollo de la argumentación (entre otras habilidades de pensamiento) en los estudiantes, sea uno de los propósitos fundamentales de estas actividades y no solo la adquisición de conocimientos.

En tal sentido, es notorio el cambio en el rol del profesor (quien deberán contar con formación acerca del tema de la argumentación) pues lo deseable es que sean los estudiantes (como protagonistas centrales) quienes inicien las discusiones (de aquellos problemas auténticos). Este intercambio de opiniones es oportuno para la generación de interacciones argumentativas que mejoren los aprendizajes de los estudiantes. Con base en lo anterior, se debe propiciar la articulación de los

problemas auténticos a toda una estrategia que en su conjunto de actividades promueva mejoras en la alfabetización y la cultura científica en de los estudiantes.

## Reflexiones finales

En el presente capítulo se han sugerido algunos de los fundamentos que posicionan a la argumentación como herramienta del lenguaje que favorece el manejo de uno de los obstáculos que deben superar la alfabetización y la cultura científica, el lenguaje de las ciencias.

De otra parte, se hace un llamado a reflexionar acerca del rol del profesor en las maneras como la alfabetización y la cultura científica pueden ser abordadas en la escuela a fin de obtener beneficios eficaces que se hagan evidentes en las posibilidades que tengan los estudiantes de ser partícipes activos y críticos en la sociedad.

Finalmente se sitúan a la argumentación, la alfabetización y la cultura científica como aspectos relevantes de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza bajo una mirada crítica de la construcción del conocimiento en ciencias, con lo cual se evidencia la necesidad de promover investigaciones que favorezcan la comprensión de cómo abordar estos aspectos en los diseños y prácticas escolares.

## Referencias

Acevedo, J. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (1)1, pp. 3-16.

Acevedo, J.; Vázquez, A.; Martín, M.; Oliva, J.; Acevedo, P.; Paixão, M. y Manassero, M. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (2)2, pp. 121-140.

Andrade, E. A. (1997). Technology education in Latin America. En: D. Layton (Ed.). *Innovation in science and technology education*, Vol. V, pp. 77-90. París: UNESCO.

Andriessen, J. y Coirier, P. (1999). *Foundations of argumentative text processing* (pp. 43-57). Amsterdam: Amsterdam University Press.

Aragón, M. M. (2007). Las Ciencias Experimentales y la Enseñanza Bilingüe. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), pp. 152-175.

Archila, P. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), pp. 361-375. DOI: 10498/14864

Archila, P. (2013). La argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. En: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10(8), pp. 406-423. DOI 10498/15446.

Bahamonde, N. (2007). *Los modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de "islotos interdisciplinarios de racionalidad" y "razonabilidad" sobre la alimentación humana*. Tesis de doctorado. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

Berland, L. y Reiser, B. (2009). Making sense of argumentation and explanation. In: *Science Education*, 93, pp. 26-55.

Bricker, L. y Bell, P. (2009). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. In: *Science Education*, 92, pp. 473-498.

Buty, C. y Plantin, C. (Eds.). (2008). L'argumentation à l'épreuve de l'enseignement des sciences et vice-versa. In: C. Buty. & C. Plantin. (Eds.). *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage*. Paris, France: Institut national de recherche pédagogique.

Cademártori, Y. y Parra, D. (2004). Reforma Educativa y Teoría de la Argumentación. En: *Revista Signos*, 33, pp. 69-85.

Cajas, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 243-254.

Campanario, J. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 365-378. Barcelona.

Candela, A. (1991) Argumentación y conocimiento científico escolar. En: *Infancia y Aprendizaje*, 55, pp. 13-28. Madrid, España.

Carson, R. (2002). The epic narrative of intellectual culture as a framework for curricular coherence. In: *Science & Education* 11, pp. 231-246.

Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Em: *Revista Brasileira de Educação*, 22. Jan./Fev./Mar./Abr.

Coburn, W. y Aikenhead, G. (1998). Cultural aspects of learning science. In: B. J. Fraser & K. Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*, pp. 39-52. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Désautels, Jacques y Larochelle (2003). Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 3-20.

Driver, R.; Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. In: *Science Education*, 84, pp. 287-312.

Ducrot, O. (1980). *Les échelles argumentatives*. Paris: Éd. de Minuit.

Dunbar, K. (2000). How scientists think in the real world: Implications for Science Education. In: *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), pp. 49-58.

Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. In: *Review of Research in Education*, 32, pp. 268-291.

El-Hani, C. y Mortimer, E. (2007). Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. In: *Cultural Study of Science Education*, 2, pp. 657-702.

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

Feuer, M.; Towne, L. y Shavelson, R. (2002). Scientific Culture and Educational Research. In: *Educational Researcher*, 31(8), pp. 4-14.

Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.

Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. In: *Public Understanding of Science*, (9), pp. 43-58.

Goulart, C. (2000). A apropriação da linguagem escrita e o trabalho alfabetizador na escola. Em: *Cadernos de Pesquisa*, 110, pp. 157-175. Julho.

- Grize, J. (1982). *De lá logique à l'argumentation*. Genève: Droz.
- Haack, S. (2003). *Defending Science - Within Reason*. New York: Prometheus Books.
- Habermas, J. (1983). *Conciencia moral y acción comunicativa*. Barcelona: Editorial Península.
- Hand, B. y Prain, V. (2006). Moving from border crossing to convergence of perspectives in Language and Science Literacy research and practice. In: *International Journal of Science Education*, 28(2), pp. 101-107.
- Jiménez Aleixandre, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 203-216.
- Jorba, J.; Gómez, I. y Prat, A. (2000). *Uso de la lengua en situación de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Ed. Síntesis.
- Kelly, G. J.; Regev, J. y Prothero, W. (2007). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. In: S. Erduran & M. P. Jimenez Aleixandre (Eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. New York: Springer.
- Kerre, B. (1997). Technology education in Africa. In: D. Layton (ed.). *Innovation in science and technology education*, Vol. V, pp. 103-118. París: UNESCO.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. In: *Science Education*, 77(3), pp. 319-337.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. In: *Science Education*, 94, pp. 810-824. DOI: 10.1002/sce.20395
- Layton, D. (1994). A school subject in the making? The search for fundamental. In: D. Layton (Ed.). *Innovation in science and technology education*, Vol. V, pp. 11-28. París: UNESCO.
- Lehrer, R.; Schauble, L. y Lucas, D. (2008). Supporting development of the epistemology of inquiry. In: *Cognitive Development*, 23, pp. 512-529. [Special issue, The Development of Scientific Thinking, B. Sodian y M. Bullock, eds.]
- Lehrer, R.; Schauble, L. y Petrosino, A. J. (2001). Reconsidering the role of experiment in science education. In: K. Crowley, C. Schunn & T. Okada (Eds.). *Designing for science: Implications from everyday, classroom, and professional settings* (pp. 251-277). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Leitão, S. y Banks-Leite, L. (2004). *Argumentação e explicação: modos de construção/constituição do conhecimento*. Memórias X Simpósio de pesquisa e intercâmbio científico, pp. 26-35. Praia Formosa, Brasil.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lemke, J. (2000). Across the scales of time: Artifacts, activities, and meanings in ecosocial systems. In: *Mind, Culture, and Activity*, 7(4), pp. 273-290.

Lemke, J. (2001). Foreword. In: J. Wellington & J. Osborne (Eds.). *Language and literacy in science education* (pp. iv-v). Philadelphia, PA: Open University Press.

Lugones, M. (1987). Playfulness, "World"-Travelling, and Loving Perception. In: *Hypatia* 2(2), pp. 3-19.

Martin, J. y Veal, R. (1998). *Reading science*. Londres: Routledge.

Martínez, C. A. y Molina, A. (2011). La especificidad del conocimiento profesional y del conocimiento escolar en las clases de ciencias: Algunas relaciones con la cultura. En: *Revista EDUCyT*, (2)2. Enero-junio.

Molina, A. (2007) Relaciones entre contexto cultural y explicaciones infantiles acerca del fenómeno de las adaptaciones vegetales. En: *Nodos y Nudos* (3)23, pp.76-87.

Molina, A. (2012). Desafíos para la formación de profesores de ciencias: aprender de la diversidad cultural. En: *Revista Internacional del Magisterio*, 57(6), pp. 78-82.

Molina, A. y Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. Dos estudios de caso. En: *Revista de Enseñanza de la Física*, (24)2, pp. 7-26.

Morgan, K. (1997). Technology education in Australia and South-East Asia. In: D. Layton (Ed.). *Innovation in science and technology education*, Vol. V, pp. 91-132. París: UNESCO.

Mortimer, E. y Machado, A. (2001). Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Em: E. F. Mortimer & A. L. B. Smolka (Orgs.). *Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula* (pp. 107-138). Belo Horizonte: Autêntica.



Mosquera, C. J. (2000). *Análisis histórico y epistemológico de las representaciones simbólicas y la terminología química. Implicaciones didácticas de orientación constructivista*. Bogotá: Universidad Distrital.

Mosquera, C. y Molina, A. (2011). Tendencias actuales en la formación de profesores de ciencias, diversidad cultural y perspectivas contextualistas. En: *Tecné, Episteme y Didaxis*, 30, pp. 9-29.

Naylor, S.; Keogh, B. y Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. In: *Research in Science Education*, 37, pp. 17-39.

Nussbaum, E.; Sinatra, G. y Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. In: *International Journal of Science Education*, 30, pp. 1977-1999.

Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. In: *Science*, pp. 328-463. DOI: 10.1126/science.1183944.

Osborne, J. (2012). The role of argument: Learning how to learn in school science. In: B. J. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.). *Second international handbook of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Osborne, J.; Erduran, S. y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argument in school science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), pp. 994-1020.

Pera, M. (1994). *The Discourses of Science*. Chicago: The University of Chicago Press.

Perelman, C. y Olbrechts-Tyteca (1958). *Tratado de la Argumentación*. Bruselas: Ediciones de la Universidad de Bruselas.

Plantin, C. (2002). Analyse et critique du discours argumentatif. In: R. Amossy y R. Koren (Eds.). *Après Perelman*, pp. 229-263. Paris: L'Harmattan.

Plantin, C. (2003). Pensar el debate. En: *Revista Signos*, 37(55), pp. 121-129.

Plantin, C. (2005). *L'argumentation; histoire, theories et perspectives*. Paris: PUF.

Plantin, C. (2009). Critique de la parole: Les fallacieuse dans le procès argumentatif. In: V. Atayan y D. Pirazzini. *Argumentation: théorie, langue, discours*. Frankfurt.

Plantin, C. (2011). No se trata de convencer, sino de convivir. En: *L'ère post-persuasion. Retor*, (1)1, pp. 59-83. Revista de la Asociación Argentina de Retórica.

- Plantin, C. y Muñoz, N. (2011). *El hacer argumentativo*. Buenos Aires: Biblos.
- Reis, P. y Galvão, C. (2005). Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. Em: *Investigações em ensino de ciências*, 10(2).
- Revel, C.; Couló, A.; Erduran, S.; Furman, M.; Iglesia, P. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios Sobre la Enseñanza de la Argumentación Científica Escolar. En: *Enseñanza de las Ciencias*, número extra.
- Roberts, D. (2007). Linné scientific literacy simposium: Opening Remarks. In: C. Linder, L. Ostman & P. O. Wickman (Eds.). *Promoting scientific literacy: science educations research in transaction*, pp. 9-17. Mayo 28 y 29. Uppsala Sweden: Uppsala University.
- Sadler, T. (2011) (Ed.). *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. New York: Springer.
- Sampson, V. y Clark, D. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. In: *Science Education*, 92(3), pp. 447-472.
- Sanmartí, N. (2003). *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62.
- Santos, P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Em: *Revista Brasileira de Educação*, (12)36, set./dez.
- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar y argumentar científicamente: un reto en las clases de ciencias. En: *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), pp. 405-422.
- Simon, S.; Erduran, S. y Osborn, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. In: *International Journal of Science Education*, 28, pp. 235-260.
- Smith, M. y Siegel, H. (2004). Knowing, believing, and understanding: What goals for science education? In: *Science & Education* 13, pp. 553-582.
- Stipcich, M.; Islas, M. y Domínguez, A. (2006). El Lugar de la argumentación en la formación de profesores de ciencias. En: *Revista chilena de educación científica*, 6(1), pp. 67-74.
- Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. Busckingham: Open University Press.

Texeira, E. (2010). *Argumentação e abordagem contextual no ensino de física*. Tese de Doutorado. Bahia: Universidade Federal da Bahia.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Vianna, D. y Carvalho, A. (2000). Formação permanente: a necessidade da interação entre a ciência dos cientistas e a ciencia da sala de aula. Em: *Ciência & Educação*, 6(1), pp. 31-42.

Zohar, A. (2008). Science teacher education and professional development in argumentation. In: *Science and Technology Education Library*, vol. 35. Brei-ningville, PA: Springer.

Zohar, A. y Nemet, F. (2002). Fostering students. Knowledge and argumen- tation skills through dilemmas in human genetics. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), p. 35.