

# FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD: UN PROPÓSITO INELUDIBLE DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Berta Lucila Henao S.\*  
Luz Victoria Palacio M.\*\*

---

Henao S., Berta Lucila y Palacio M. Luz Victoria. (2013). "Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la educación en ciencias". Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. No. 1, Vol. 9, pp. 134-161. Manizales: Universidad de Caldas.

---

## RESUMEN

La Educación en Ciencias como campo de conocimientos y como práctica sociocultural, está llamada hoy a la construcción y análisis de propuestas pedagógicas que permitan a los estudiantes afrontar, de manera crítica y propositiva, las tensiones y contradicciones inherentes al mundo contemporáneo. Atender a este llamado implica, desde nuestro punto de vista, visibilizar el carácter sociopolítico de las ciencias y de la enseñanza, para dirigir la mirada hacia un reto pedagógico ineludible: una *formación científica en y para civilidad*. Así, en la perspectiva de construir caminos y hallar condiciones de posibilidad para lograr tal propósito, en este artículo presentamos, en secuencia no lineal, algunas consideraciones acerca de: a) el interés formativo del campo de la Educación en Ciencias; b) los presupuestos teóricos y específicamente, las perspectivas epistemológicas que subyacen al propósito planteado; c) las contribuciones de los estudios sobre la importancia que tienen la argumentación y, específicamente, los debates sobre asuntos sociocientíficos, en la enseñanza de las disciplinas científicas; d) como aporte central exponemos, a modo de caja de herramientas, algunas propuestas pedagógicas con sus potencialidades y limitaciones, en tanto travesías que exigen la problematización de la enseñanza de las ciencias naturales, como condición necesaria para privilegiar los aportes a una formación científica de tendencia

---

\* Dra. en Educación en Ciencias. Profesora de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: berta.lucila@gmail.com

\*\* Mg. en Educación. Profesora de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. E-mail: vpameca@gmail.com

Recibido 15 de octubre de 2012, aprobado 30 de enero de 2013.

civilista. Se trata de un propósito complejo que implica tener en cuenta al menos dos cuestiones que aquí discutimos: por un lado, que toda propuesta de enseñanza está vinculada con una formación sociopolítica; y por el otro, que el énfasis en algunos aspectos formativos conlleva el desdibujamiento de otros.

**PALABRAS CLAVE:** argumentación, formación sociopolítica, civildad, asuntos sociocientíficos, naturaleza de las ciencias.

## **SCIENTIFIC EDUCATION IN AND FOR CIVILITY: AN UNAVOIDABLE PURPOSE OF SCIENCE EDUCATION**

### **ABSTRACT**

Science Education as a field of knowledge and as a sociocultural practice is currently challenged with the construction and analysis of pedagogical proposals which allow students to critically and proactively deal with the tensions and contradictions inherent to today's world. Responding to this challenge implies, from the authors' view point, the clearly visible social-political character of science and of teaching in order to focus on an unavoidable pedagogical challenge: *scientific education in and for civility*. This way, in the perspective of building roads to find conditions of possibility to achieve such purpose, this article presents, in a nonlinear sequence, some considerations about: a) the educational interest of the field of Science Education; b) the theoretical principles and more specifically the epistemological perspectives underlying the aforementioned purpose; c) the contributions of the studies on the importance of argumentation and, specifically, the debates on social-scientific issues in the teaching of scientific disciplines; and d) as a central contribution, as a kind of toolbox, a set of pedagogical approaches with their own potentials and limitations, are presented as suggestions that require questioning Natural Science teaching, a necessary condition to privilege contributions towards civilist scientific education. This is a complicated purpose as it implies taking into account at least two issues that are discussed here: on one hand, that any teaching proposal is linked to social-political education; on the other hand, that the emphasis on some educational aspects entails the fading of others.

**KEY WORDS:** argumentation, social-political education, civility, social-scientific issues, nature of sciences.

## EDUCACIÓN EN CIENCIAS EN EL SIGLO XXI: ENTRE PROBLEMÁTICAS, UTOPIÁS Y RETOS

Desde una perspectiva epistemológica alejada del cientificismo, resaltamos el carácter cultural, comprometido y no aséptico de las ciencias y de su enseñanza, como premisa ineludible para asumir el propósito de contribuir a una *formación científica civilista*. Un propósito inaplazable si se reconocen las profundas imbricaciones entre las características del mundo contemporáneo y la urgencia de posturas críticas y actuaciones que pongan freno a la expansión y profundización de inequidades, guerras, exclusiones, destrucción de la naturaleza, entre otras problemáticas.

Dicho propósito hace referencia a una formación que no puede ser externa a la enseñanza de las ciencias, porque necesariamente implica: por un lado, una reflexión sobre el conocimiento científico y sus formas de interacción con la política, la ética y en general, con lo sociocultural; y por otro, el reconocimiento a que toda propuesta de enseñanza conlleva una formación en el ámbito de lo sociopolítico y lo axiológico, dado que, como lo señala Derek Hodson (2003), los valores se enseñan tanto por lo que se omite o se deja implícito, como por lo que se hace de modo explícito y deliberado.

Al respecto, conviene resaltar que el campo de la Educación en Ciencias y específicamente, la línea Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS–, desde hace más de cuatro décadas, aboga por una *alfabetización científica* que contribuya a la *formación para la ciudadanía* (Furió y Vilches, 1997; Niedo y Macedo, 1997) y en concordancia, señala la urgencia de formar en autonomía, para la toma de decisiones responsables e informadas. Propósitos que, de acuerdo con las consideraciones de Marco A. Moreira (2005) y Derek Hodson (2003, 2004), ameritan cambios en la búsqueda de nuevos horizontes para la enseñanza de las ciencias.

Moreira (2005), con base en los aportes de Postman y Weingartner (1969), aboga por una enseñanza que, insubordinada a las políticas y cánones vigentes, atienda los desafíos del mundo contemporáneo.<sup>1</sup> En coherencia, llama a una educación en

---

<sup>1</sup> Como lo explicita el autor, su propuesta se basa en los planteamientos de Neil Postman y Charles Weingartner sobre la enseñanza; consideraciones que Moreira retoma y modifica para sus reflexiones sobre el aprendizaje. Es de resaltar que el texto de Postman y Weingartner (1969), *Teaching as a subversive activity*, es un libro visionario para la época de su publicación y de incuestionable vigencia en el siglo XXI.

ciencias que contribuya a la formación de personas capaces de ‘sobrevivir’ en un mundo de rápidos y profundos cambios; sobrevivencia que pasa por la necesidad de apropiarse de manera crítica los desarrollos científicos y tecnológicos, haciendo uso de estrategias intelectuales y de valores como flexibilidad intelectual, la creatividad y la tolerancia a la incertidumbre. En sus palabras, se requiere una educación que, favorezca el *aprendizaje significativo crítico* y por consiguiente, desafíe las metáforas y los supuestos, fuera de “foco”, que aún hoy orientan las políticas y los procedimientos de la “escuela”.

Por su parte, Hodson (2003, 2004) hace un vehemente llamado a politizar las propuestas de enseñanza, de manera que no solo se dirijan a la alfabetización científica y a la formación de ciudadanos críticos, sino que propicien oportunidades para acciones políticas, esto es, oportunidades para la confrontación de lo establecido, en la búsqueda del bien común, de la responsabilidad y de la solidaridad, en el marco de una ética planetaria o ética de la biósfera. Como precisamos más adelante, para este investigador, politizar significa hacer explícito el carácter político que tiene toda propuesta curricular y todas las prácticas de enseñanza. Asimismo, sugiere que dicho carácter tenga hoy una dirección específica: el privilegio de acciones propias de una ética del bien común, que contenga y resista el antropocentrismo imperante.

Con Moreira y Hodson señalamos la importancia de una enseñanza de las ciencias que favorezca la superación de dogmatismos y certezas, que incentive la reflexión, la crítica y la autonomía intelectual y que promueva la responsabilidad inherente a las decisiones y actuaciones a las que nos vemos abocados. Nos referimos a propuestas pedagógicas contextualizadas, dirigidas a una formación de ciudadanos, capaces de responder a los desafíos implicados en el reconocimiento de las tensiones y contradicciones del mundo de la ciencia y la tecnología.

En un mundo regido por principios de mercado, a los que no escapan las miradas hegemónicas sobre la educación, los retos enunciados invitan a problematizar lo pedagógico y preguntarnos: ¿Cuáles requerimientos están implicados en la construcción de propuestas de enseñanza que contribuyan a una formación científica para la civilidad? ¿Cómo propiciar espacios formativos que posibiliten la apropiación de las culturas científicas desde una perspectiva sociopolítica civilista? Interrogantes que exigen dirigir la mirada a propuestas coherentes con perspectivas epistemológicas alejadas del cientificismo, el positivismo y el dogmatismo.

En relación con este supuesto, son de gran interés las agudas críticas de Hodson en torno a que, si bien hay propuestas de enseñanza que incluyen cuestiones de la Historia, la Epistemología y la Sociología de la Ciencia con el fin de mostrar cómo la investigación científica es influenciada por el contexto sociocultural en que se encuentra, estas consideraciones no han implicado una politización adecuada de las propuestas de enseñanza. Desde su punto de vista, es tarea de los maestros confrontar los intereses políticos y los valores sociales que subyacen a las prácticas científicas y tecnológicas que son objeto de enseñanza, con el fin de movilizar opiniones y promover acciones que comprometan a los profesores y los estudiantes con los problemas más sentidos de su contexto sociocultural. Así, por ejemplo, los relacionados con el deterioro del patrimonio natural por acciones como la construcción de represas, la minería, la ganadería, el control de cultivos lícitos e ilícitos, la apropiación y privatización de fuentes de agua, entre otros.

Con Hodson reconocemos que la enseñanza de las ciencias, como construcción y apropiación crítica de conocimientos, está vinculada, implícita o explícitamente, con dos cuestiones inseparables: una formación en valores y una perspectiva sobre la naturaleza de las ciencias.<sup>2</sup> Punto de vista que nos permite visibilizar el carácter sociopolítico de las ciencias y de su enseñanza, como un asunto subyacente al propósito de una formación científica civilista cuestión que, reiteramos, pasa por la urgencia de politizar las propuestas pedagógicas.

Acudimos al término politizar para hacer referencia, explícita y deliberadamente, a una posición sociopolítica específica. Entendemos que las ciencias, así como las propuestas de enseñanza, están cruzadas por relaciones entre el saber y el poder; por lo tanto, no son asépticas; punto de vista desde el cual asumimos que toda propuesta de enseñanza hace aportes a una determinada formación en el ámbito ético-político, aportes que, aunque generalmente implícitos, se dirigen a múltiples direcciones. Así, por ejemplo, pueden aportar a la formación de sujetos conformistas, pasivos, dogmáticos, indiferentes, facilistas...<sup>3</sup> En otros casos, a la formación para la reflexión y la crítica, con el riesgo de quedarse en el ejercicio de

<sup>2</sup> Optamos por el término “naturaleza de las ciencias” para referirnos a cuestiones con las que es posible caracterizar el trabajo científico. Con E. Schrödinger (1997) resaltamos que es importante no tomar por “natural” lo que es “artificial”, es decir, lo construido. A esta aclaración vinculamos nuestra postura epistemológica, de tendencia constructivista y sociocultural.

<sup>3</sup> Aunque de modo simplista, dada la complejidad de las relaciones, consideremos que, por ejemplo, las propuestas enmarcadas en referentes conductistas, de corte transmisionista, están vinculadas con una formación de tipo acrítico, en tanto que se aboga por el valor de verdades científicas, valores universales y formalizaciones de razonamiento, que deben ser “adquiridos” en los procesos educativos.

“críticos de sillón” (Hodson, 2003). O pueden estar orientadas al privilegio explícito de la formación de sujetos comprometidos con acciones que denominamos de civildad. A esta última perspectiva formativa dirigimos nuestra mirada y nuestros intereses.

Cuando hablamos de la necesidad de una *formación en y para la civildad* entendemos con Villavicencio (2007) que las condiciones impuestas por las políticas neoliberales y, atadas a éstas, las inequidades, injusticias, exclusiones y ocultamientos propios de la sociedad de consumo, ameritan ser confrontados y contenidos, de modo que más allá de la formación para la *ciudadanía* se requiere una formación para la emancipación, la inclusión y el reconocimiento de la diversidad y las diferencias, para la regulación de conflictos, contra la indiferencia y por una justicia social.

Optamos por una formación civilista,<sup>4</sup> en tanto, proceso formativo inseparable de las reivindicaciones por el bienestar de *todos* los ciudadanos y por los derechos no contemplados por la institucionalidad; formación que implica *resistencias* (Giraldo, 2008), es decir, que se propone como un horizonte de lucha y como espacio para el despliegue de sujetos políticos que puedan desempeñar un papel de intervención en el mundo cultural, social, político y científico.<sup>5</sup> La civildad exige confrontar las maneras como se entienden y circulan las ciencias y tecnologías, demanda cuestionar y problematizar las formas tradicionales de enseñanza y, específicamente, llama al *des-ocultamiento*, es decir, a la visibilización de las relaciones de poder que cruzan dichas actividades.

En este orden de asuntos, planteamos la urgencia de una educación en ciencias que contribuya con la formación de un *sujeto ético*, en el sentido propuesto por Michel Foucault (1995); un sujeto que ejerza la *crítica* como acción liberadora, como experiencia estética, como resistencia; y por tanto, como condición que permite al sujeto construir sus propios criterios frente a las relaciones de poder en las que está inscrito, para configurar posiciones alternativas que expliciten su capacidad de autonomía y su responsabilidad frente a las situaciones conflictivas; lo que

<sup>4</sup> Al respecto, son interesantes las reflexiones que hacen Valencia, Cañón y Molina (2009), en relación con los significados asignados a conceptos como *civildad* y *educación cívica*.

<sup>5</sup> Entendemos los espacios de resistencia como posibilidades de formación de los sujetos en lo público y en lo político; espacios en que se configuran dos importantes procesos: por un lado, la construcción de subjetividades que permitan formas de existencia diferentes para los sujetos –en el caso de los maestros la posibilidad de constituirse como sujetos de saber e intelectuales comprometidos con las reivindicaciones sociales–, y por otro, los procesos formativos que permiten la intervención en las luchas por mejores condiciones de vida para todos.

permite marcar diferencias con los espacios institucionalizados, donde las prácticas transmisionistas y cientificistas constituyen el *status quo*, la acción cotidiana.

En esta línea de reflexiones, acogemos los aportes de Foucault (1999) para resaltar los vínculos que aquí queremos mostrar. Estos aportes los sintetizamos en las implicaciones que para este filósofo tiene el reconocimiento de la categoría saber-poder, como nexo que permite aprehender lo que constituye la aceptabilidad de un sistema y como concepto que posibilita “quitar el velo” y luchar contra los ocultamientos subyacentes a los denominados sistemas de “verdad” y, por lo tanto, a la construcción de conocimientos científicos y a la enseñanza.

Nos referimos a una formación científica civilista, como formación vinculada con las propuestas de enseñanza en las cuales se visibilice el carácter político del trabajo científico, se muestren las imbricaciones entre las ciencias, la política, la economía, la ética y la estética, se expongan las implicaciones de las ciencias en otras actividades socioculturales y de éstas en el trabajo científico. Con Hodson (2003) señalamos el valor pedagógico de reflexionar en torno a cómo las ciencias, en sus procesos y logros, no son neutrales, dado que en muchos casos se ponen al servicio de grandes y fuertes sistemas políticos y económicos, eludiendo dilemas éticos para privilegiar la adquisición de “riquezas” en detrimento del bien común, arrasando con la supervivencia de los más desfavorecidos, con atropellos a la naturaleza o aportes a la guerra, o sustentando el miedo que facilita la sumisión y el sometimiento.<sup>6</sup> No obstante, en la perspectiva de evitar “satanizaciones”, es prioritario entender las ciencias como trabajo humano, con una gama amplia de implicaciones e imbricaciones con otras culturas, ámbitos y saberes.

A las invisibilizaciones que han imperado desde perspectivas cientificistas, para las que lo importante son los “productos” y los “procesos” de las disciplinas científicas, oponemos una mirada que interrogue las ciencias y que, en coherencia, privilegie indagaciones por las formas como es posible enseñarlas, de modo que en busca de los propósitos planteados se atienda de manera articulada y equilibrada a una formación científica civilista, que incluya *enseñar sobre las ciencias, enseñar a hacer ciencias y enseñar a apropiarse críticamente* los logros explicativos, los procedimientos, las formas de razonamiento, los valores, las normas o cánones que caracterizan una determinada cultura científica, como actividad inmersa en un juego de poder. A estas consideraciones sobre las ciencias nos referimos en el siguiente apartado.

<sup>6</sup> Por ejemplo, con apoyo a investigaciones que buscan solo el fortaleciendo económico de grandes empresas, como las de la industria farmacéutica y cosmética, la explotación minera, de agroquímicos, etc.

## DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL Y UNA MIRADA ANTROPOLÓGICA A LAS CIENCIAS: HACIA LA PROBLEMATIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA

En el horizonte de trabajo hacia una *formación científica en y para la civilidad*, de acuerdo con la pretensión de politizar en dirección civilista las propuestas de enseñanza, dirigimos la mirada a perspectivas epistemológicas concordantes con nuestro propósito y acogemos la perspectiva de S. Toulmin (1977). Con este epistemólogo entendemos la construcción de conocimiento como búsqueda y elaboración de las representaciones que hacen posible comprender el mundo, la elección de preguntas y problemas relacionados con los modelos explicativos, los procesos metodológicos para la investigación y la construcción de dichos modelos, así como las formas de comunicación y validación de los mismos.

Aludimos a un entramado en constante devenir, una red de cuestiones que incluye necesariamente los *criterios de selección* de aquello que se constituye en parte del legado cultural inherente a cada disciplina. Elecciones inmersas en *juegos de poder*, no neutrales, que dan cuenta del carácter cultural y cambiante de la *racionalidad científica*. Asuntos en que identificamos la *historicidad*, tanto de los conocimientos como de los criterios que rigen la aceptación, validación y cambio en los mismos, es decir, su devenir.<sup>7</sup>

Así, la actividad científica cobra significado en términos de *proceso discursivo*, es decir, cultural; consideración epistemológica que visibiliza la pluralidad y el cambio constante en las preguntas, las explicaciones, los procedimientos y los cánones de científicidad, al mismo tiempo que devela la incertidumbre y el carácter inacabado del conocimiento. Por consiguiente, da un lugar prioritario a las *buenas razones* –razones contextuales, situacionales y no asépticas–, que posibilitan la aceptación de explicaciones, procedimientos, valores y cánones. Acudir a lo que Thomas Kuhn denominó *buenas razones* es lo que con Toulmin (2003) llamamos *razonabilidad*.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Nos referimos a la característica ligada al devenir de la actividad científica, inseparable de lo contextual y lo situacional. Cuestión que implica el reconocimiento al carácter interpretativo que subyace a los “hechos” científicos, en cuanto contruidos y narrados.

<sup>8</sup> Desde el punto de vista de Kuhn (1992), el reconocimiento de la científicidad en trabajos como el de Aristóteles no admite hoy los calificativos de error, ingenuidad o superstición; implica considerar que los aportes intelectuales de otras épocas están enmarcados en un conjunto de creencias, consideraciones y compromisos a los que estos trabajos se articulan y en el marco de los cuales adquieren sentido; aunque pueden ser incompatibles con algunas consideraciones y “creencias” que hoy tenemos, muestran la existencia de otros modos de *ver e interpretar* el mundo.

Desde la propuesta toulminiana, entendemos que la educación en ciencias es un proceso de *enculturación*, es decir, un proceso que posibilita la *apropiación* crítica de un *acervo cultural*, de un legado al que le es inherente una dinámica vinculada a la razonabilidad. En concordancia, consideramos el *aprendizaje* de las ciencias como proceso de *apropiación* cultural que evoca diálogos y discernimientos, y que exige flexibilidad intelectual.

En este orden de asuntos, los aportes de Mijaíl Bakhtin (1981) nos permiten precisar los significados que privilegiamos. Para este filósofo, el *aprendizaje* implica un proceso de *apropiación* de discursos, en el que se ponen en juego *relaciones dialógicas*, es decir, interacciones que nos permiten compartir experiencias nuevas o experiencias de otros para volverlas propias mediante un discurso interior, para *discernir* nuestras perspectivas en diálogo con otras formas de conocer, ser, pensar y actuar.<sup>9</sup> En coherencia, esta forma de entender la apropiación de nuevas culturas, en cuanto proceso de diálogo, se aleja de intervenciones que, a modo de “colonización”, implican arrasar otras culturas.

Entendemos estos *discernimientos*, estrechamente vinculados con la *razonabilidad*, esto es, con la disposición a examinar y modificar posturas de cara a las *buenas razones*. Lejos del imperativo de demostrar y aferrarse a verdades a ultranza, la *razonabilidad* se configura como la posibilidad de disponerse al cambio, de aceptar en forma crítica otros puntos de vista, de justificar nuestras consideraciones y debatir alternativas. En definitiva, recordamos el valor de los lenguajes y la argumentación en la construcción de conocimientos; con Latour y Woolgar (1995) reconocemos que el trabajo de los científicos tiene que ver con la construcción discursiva de “hechos”,<sup>10</sup> una labor inmersa en procesos de *lectura* y *escritura*, de *debate* y *argumentación*.

Este reconocimiento al papel de la razonabilidad en las dinámicas científicas conlleva una opción por la manera de entender las cuestiones relacionadas con la naturaleza de las ciencias, opción desde la cual se entiende que las *buenas razones*, subyacentes en la construcción de conocimiento, están siempre inmersas en relaciones de poder. Más allá de las dicotomías sobre aportes “buenos” e implicaciones “catastróficas”, endilgadas a las ciencias, y de los adjetivos “racional”

<sup>9</sup> Bakhtin (2000) alude a las relaciones dialógicas para referirse no solo al diálogo con otro, sino al diálogo interior, y a las controversias como a los acuerdos. Relaciones que, según su punto de vista, son de sentido, no reducibles a cuestiones lógicas, lingüísticas o mecánicas.

<sup>10</sup> Estos autores aluden la construcción de *hechos científicos*, para referirse al carácter discursivo de la actividad científica. Lo hecho no es lo dado, es lo construido o elaborado.

e “irracional”, nos interesa afrontar de manera explícita las implicaciones y las exigencias que tienen, para la enseñanza de las ciencias, las consideraciones epistemológicas y sociopolíticas que privilegiamos.

Aludimos a una enseñanza que potencie un aprendizaje crítico y que, por tanto, privilegie situaciones propicias para tomar decisiones y actuar como sujetos políticos comprometidos con la construcción de civilidad. Nos referimos a la enseñanza que involucra la posibilidad de disponer el pensamiento a la problematización del saber, con ejercicios que conlleven a la reflexión sobre las ciencias, a la interrogación más que a la solución, al cuestionamiento de lo que aparece como evidente, estable, “verdadero”.

Así, la enseñanza se constituye en acontecimiento complejo que permite configurar creativamente nuevas propuestas y nuevas prácticas, dirigidas al privilegio de un pensamiento autónomo; una enseñanza para aprender a argumentar y para actuar de forma razonada, en civilidad y en concordancia con procesos que permitan la apropiación y uso crítico del saber científico y de otros conocimientos.

## **LOS DEBATES SOBRE ASUNTOS SOCIOCIENTÍFICOS Y OTRAS PROBLEMATIZACIONES: UN LUGAR PARA LA ARGUMENTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO Y EN LA FORMACIÓN SOCIOPOLÍTICA**

Con el denominado *giro discursivo* emerge, en la educación en ciencias, una línea de investigación que reivindica la importancia del *lenguaje* y la *argumentación* en la construcción de conocimientos –Kuhn (1993), Sardá y Sanmartí (2000), Erduran, Simon y Osborne (2004), Erduran y Jiménez-Aleixandre (2008), Jiménez-Aleixandre (2010), entre otros–. Un acercamiento a la misma nos permite identificar dos supuestos básicos relacionados. El primero alude a que la argumentación es un proceso discursivo que implica unas tareas de orden epistémico, es decir, tareas inherentes a la construcción de conocimiento; por ejemplo: sustentar con base en principios establecidos, evaluar presupuestos con base en datos de diversas fuentes, relacionar datos con las conclusiones, aceptar o refutar enunciados teóricos a la luz de datos empíricos o de datos procedentes de otras fuentes, modificar aseveraciones a partir de nuevos datos y usar los modelos y los conceptos científicos para soportar las conclusiones.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Estrechamente relacionadas con la propuesta toulminiana sobre la argumentación sustantiva, no formal, y con lo que se conoce como Modelo Argumental de Toulmin –MAT–.

El segundo supuesto se refiere a que propiciar la argumentación en la clase permite involucrar a los estudiantes en estrategias para aprender a argumentar, es decir, expresar razonamientos de tal manera que puedan ser comprendidos y evaluados por nosotros y nuestros interlocutores (Henao y Stipcich, 2008). Resaltamos que, en la argumentación en el aula de ciencias, los procesos socioculturales como justificar, criticar, consensuar, negociar, debatir y rebatir son inseparables de los procesos epistémicos intrasubjetivos y, como señala Leitão (2011), están también vinculados con estrategias metacognitivas.

De acuerdo con los supuestos planteados, es necesario tomar distancia de la enseñanza tradicional informativa y repetitiva y, en su lugar, consolidar espacios que privilegien la participación de los estudiantes en procesos de debate, justificación y evaluación de puntos de vista. Es urgente otorgar un lugar privilegiado a la argumentación como nodo de relación de inseparables procesos de construcción de conocimientos –en los ámbitos sociológico, cognitivo y metacognitivo–.

En estrecha relación con los estudios sobre argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, destacamos una importante línea de investigación que se ocupa de las indagaciones acerca del potencial pedagógico de propuestas basadas en debates sobre asuntos sociocientíficos –ASC– (Kolstø, 2001; Simonneaux, 2001; Zohar y Nemet, 2002; Sadler y Zeidler, 2005; Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005; Jiménez-Aleixandre, 2008, 2010). Al respecto, recordamos que de acuerdo con Sadler y Zeidler (2005) los ASC aluden a conceptos, productos, procedimientos y técnicas científicas que por su carácter controversial generan polémicas, en tanto, se constituyen en dilemas que vinculan consideraciones de los ámbitos ético, político y económico. Son cuestiones de interés para todas las personas e implican conocimiento de frontera –ingeniería genética, biotecnología, uso de herbicidas, la explotación de recursos naturales, entre otros–.

En relación con debates en torno a los ASC, Osborne, Erduran y Simon (2004) consideran que es importante llevar a las clases de ciencias las controversias que se dan en el ámbito de las disciplinas científicas e identificar los criterios con los cuales los científicos apoyan o sustentan sus teorías, explicaciones, modelos y predicciones. En relación con dichos criterios, son importantes los planteamientos de Sadler y Zeidler (2005), en torno a que en los debates sobre los ASC están implicados razonamientos sustantivos, no formales, porque ellos incluyen necesariamente, tanto aspectos de orden cognitivo, como los de ámbito axiológico, valorativo y afectivo.

Podemos decir que en los debates sobre los ASC en el aula se teje una red de tensiones e implicaciones multidireccionales, tejido en que son inseparables los procesos epistémicos del orden intrapersonal, de aquellos del ámbito sociológico. Asimismo, son indesligables las problemáticas y temáticas de la esfera científico-disciplinar, de aquellas cuestiones de los ámbitos ético, político y económico. En relación con esta red, es importante señalar dos cuestiones ineludibles para la construcción de propuestas pedagógicas dirigidas al logro de los propósitos explicitados en el marco de los ASC: por un lado, la complejidad y amplitud de aspectos formativos que se han de atender, y, por otro, el carácter controversial que deliberada y explícitamente conviene imprimir a los asuntos que se han de tratar.

La primera cuestión se refiere a la importancia de reconocer que los diversos ámbitos o dominios implicados en un ASC forman una amplia gama de relaciones y consideraciones a las que es difícil atender simultáneamente: el énfasis en un ámbito implica una posible disminución en la atención a otros (Jiménez-Aleixandre, 2010). Por ejemplo, al dar prioridad a las cuestiones de orden axiológico y político, se pueden perder de foco algunos aspectos relacionados con el aprendizaje de conceptos disciplinares, y viceversa. No obstante, como lo anotamos, hay procesos y ámbitos formativos que son inseparables.

La segunda cuestión tiene que ver con el llamado que hace Leitão (2011) respecto a que las posibilidades de generar debates y promover la argumentación en las aulas no son inherentes a la naturaleza del asunto que se ha de tratar: tales posibilidades están en estrecha relación con las formas de presentar tópicos o temáticas. Desde este punto de vista, son necesarias algunas situaciones y acciones discursivas que favorezcan las polémicas y eviten una enseñanza de tipo dogmático. Esta consideración, aunque paradójica, con respecto al carácter controversial de los ASC, es pertinente en cuanto nos permite decir que aludir a un ASC en el aula puede no implicar un debate, y, a la inversa, hay otras temáticas científicas que, mediante acciones discursivas adecuadas, podrían favorecer el debate, la argumentación y la crítica.

Estas consideraciones nos han servido de base para elaborar y analizar algunas propuestas de enseñanza de las ciencias, cuyo estudio es el objeto central de la investigación: “La argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de civilidad”, en la que se incluyen trabajos realizados por estudiantes

de programas de pregrado y de maestría.<sup>12</sup> A estas propuestas nos referiremos en adelante, siguiendo el horizonte de exponer los criterios pedagógicos involucrados en su construcción, así como algunos de los hallazgos derivados de los estudios en torno a las mismas y nuestras reflexiones sobre sus potencialidades y limitaciones, con el fin de mostrar algunas rutas de trabajo pedagógico que hacen posible el logro de los retos que aquí planeamos.<sup>13</sup> Hallazgos que entrelazamos con los referentes conceptuales expuestos, también con otras consideraciones teóricas que desplegamos para su mejor comprensión.

## ACERCA DE LOS RETOS ASUMIDOS Y LAS ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS QUE PROPICIAN SU LOGRO: LA ARGUMENTACIÓN COMO PROCESO SUBYACENTE

En la perspectiva epistemológica sociocultural, entendiendo el aprendizaje como apropiación (Bakhtin, 1981), señalamos su carácter transformador y, consecuentemente, acudimos a Vigotsky (1995) para resaltar que cada sujeto apropia desarrollos y conquistas culturales, como los lenguajes, los conocimientos científicos y las artes, a modo de elementos potenciadores del desarrollo de sus funciones cognitivas superiores y la construcción de la conciencia como construcción sociocultural. Con este punto de vista destacamos que el carácter *transformador* de la apropiación cultural está estrechamente relacionado con el significado que da Leontiev (1978) al concepto *actividad*.

En coherencia, desde una perspectiva de una educación humanizadora, retomamos a Leontiev para dar significado al concepto de *actividad pedagógica* como proceso teórico-práctico que hace posible la *transformación de los sujetos* en el transcurso de la apropiación de conocimientos y saberes, es decir, como actividad que concreta la importancia que para los sujetos tiene la apropiación de bienes o patrimonios culturales.

---

<sup>12</sup> Macro investigación a la que se vinculan tres tesis de maestría: *Formación científica y en civilidad: la argumentación en el contexto de estudios sobre la minería como asunto sociocientífico* –realizada por James S. Arango R.–, *Procesos argumentativos de profesores de ciencias, en el marco de la experimentación cualitativa* –realizada por Juan F. Guzmán y Cristina Restrepo–, ambas concluidas; y, *Argumentación en torno al concepto “lo vivo”: discusiones sobre el maltrato animal como asunto sociocientífico* –realizada por Sandra Mesa y Erika Seña–, en fase de escritura de informe final. Así como, un estudio de pregrado, también concluido: *Argumentaciones sobre ‘la vida’: carácter interdisciplinario de los asuntos socio-científicos como espacio para la formación en ciudadanía y civilidad* –realizada por Yesenia Quiceno y Alejandra Vélez–.

<sup>13</sup> Es de anotar que los estudios a los que hacemos referencia se inscriben en indagaciones de tipo cualitativo interpretativo bajo la modalidad de estudios de caso (Stake, 1998), cuyas informaciones se procesan mediante análisis cualitativos de contenido (Piñuel, 2002).

Al concepto de *actividad pedagógica* como proceso transformador y humanizante, vinculamos el concepto *formación*, que retomamos de Gadamer (1993), para quien la formación no es algo como la construcción de un objeto: ella es posible porque toda persona está en capacidad de adquirir una identidad con elementos que *apropia* del contexto material y simbólico en que vive; asunto que tiene que ver: por un lado, con el proceso con que se *da forma* a las capacidades o potencialidades humanas y, por otro, con el acto de formarse, que corresponde a la construcción permanente de uno mismo, que no puede provenir de una decisión externa.

A este concepto vinculamos los planteamientos de Hodson (2003) y de Moreira (2005) y con la mirada en el horizonte de los propósitos formativos expuestos presentamos y analizamos algunas actividades de enseñanza que, desde nuestro punto de vista, recogen los retos planteados, siguiendo la vía de construir condiciones que hagan posible, para estudiantes y profesores, una formación científica civilista. Actividades no exentas de limitaciones, restricciones u obstáculos.

Sobre las propuestas pedagógicas que mencionaremos en adelante conviene anotar que los propósitos de la investigación, en el marco de las cuales se elaboran, se dirigen al análisis de los discursos que emergen en discusiones de aula, análisis que avanzan hacia la identificación de cuestiones ligadas con la construcción y apropiación de conocimientos, así como con aspectos de orden sociológico y axiológico y, por lo tanto, con asuntos de los ámbitos ético, político y económico. Discursos que nos dan indicios de los aspectos formativos a los que van dirigidas las actividades que son objeto de investigación en cada uno de los casos estudiados.

Para este escrito, siguiendo a Leitão (2011), restringimos la mirada a las potencialidades de las actividades pedagógicas como espacios formativos, relacionando estas potencialidades con el favorecimiento de las polémicas y, por lo tanto, con el fomento de la argumentación en las clases. Es nuestro interés exponer y someter a crítica propuestas que, desde nuestro punto de vista, problematizan la enseñanza y privilegian la argumentación.

En este orden de asuntos, mostramos lo que esta autora denomina *momentum de la argumentación en el aula*, así como las *situaciones* pedagógicas que posibilitan e incentivan los debates. Al respecto, dirigimos la mirada a lo que Leitão caracteriza como *acciones pedagógicas para la construcción de argumentos*, tanto las acciones orientadas a crear condiciones para el surgimiento de argumentos como aquellas

que permiten mantener, fortalecer y enriquecer los argumentos. En relación con estas cuestiones resaltamos algunas acciones dirigidas a la apropiación y uso de saberes o disciplinas, también las reflexiones críticas de orden ético-político.<sup>14</sup> En síntesis, aludimos a la problematización de la enseñanza de las ciencias, como condición ineludible para contribuir a una formación científica civilista.

### **Momento para la argumentación en el aula**

En relación con la pertinencia y factibilidad de la argumentación en las aulas, es decir, el *momento* adecuado para propiciar la argumentación, en relación con factores como la *edad*, el *grado de escolaridad* de los estudiantes y *los saberes o campos de conocimiento* –“asignaturas” escolares, donde la argumentación puede ser construida en el aula–, consideramos que, como sostiene y justifica Leitão, es posible contribuir a formar a los estudiantes en la argumentación, involucrándolos en procesos que demanden construcción de argumentos, desde temprana edad y en el ámbito de las diversas áreas de conocimiento.

Bajo este supuesto, la Tabla 1 muestra el amplio espectro de grados escolares y edades a las que se dirigen nuestras propuestas. Si bien todas se centran en cuestiones relacionadas con disciplinas del campo de las ciencias naturales, es de resaltar que se cruzan ineludiblemente con problemáticas de otras áreas y saberes –los que circulan en la “escuela”– y en nodos de relaciones, más explícitas y visibles en actividades que tienen que ver con los ASC, pero también presentes en discusiones como las que, sobre electrificación de materiales, discurren en un “laboratorio” de Física.

---

<sup>14</sup> Apartándonos de Leitão (2011), nos referimos a las acciones epistémicas, no solo restringidas a lo científico-disciplinar, sino como construcción de conocimiento, en sentido amplio.

**Tabla 1.** ¿En qué niveles de escolaridad, edades y campos de saber, es pertinente propiciar la argumentación en el aula?

Investigaciones relacionadas con actividades pedagógicas centradas en la argumentación	Grados de escolaridad y edad	Disciplinas y otros saberes y campos relacionados
Argumentación en torno al concepto de <i>lo vivo</i> : discusiones sobre el maltrato animal como un asunto sociocientífico	5° 9-11 años	<b>Biología</b> Educación Ambiental, Ética y otras Ciencias Sociales
<i>La vida</i> : carácter interdisciplinario de los asuntos sociocientíficos como espacio para la formación en ciudadanía y civildad	8° 13-15 años	<b>Biología, Química</b> Educación Ambiental, Ética, Educación Religiosa, Lengua Castellana, Ciencias Sociales
Formación científica y en civildad: la argumentación en el contexto de estudios sobre la minería como un asunto sociocientífico	10°-11° 16-18 años	<b>Química</b> Ética, Ciencias Sociales, Educación Ambiental, Economía
Procesos argumentativos de profesores de ciencias, en el marco de la experimentación cualitativa	Profesores en ejercicio 24-40 años	<b>Física</b> Química, Epistemología de las Ciencias

En torno a los supuestos sobre las exigencias cognitivas para el despliegue de la argumentación, resaltamos que, por ejemplo, en el trabajo realizado con niños y niñas de 5° de primaria, las investigadoras encontraron mayores dificultades iniciales en acciones como exponer puntos de vista. Los participantes se preocuparon de modo permanente por conocer si sus consideraciones son “correctas” desde el punto de vista de la profesora. Es una cuestión que relacionamos con la enseñanza dogmática que impera en la escuela, cuando el maestro se reviste de “autoridad” sobre el conocimiento; una limitación no imputable a las capacidades requeridas para argumentar –que se exponen en situaciones como la de un juicio sobre el maltrato a caballos de carga–.

Con respecto a los saberes y disciplinas científicas que propician el despliegue de la argumentación, coincidimos con Leitão en que no solo en situaciones de debate de los ASC es posible desplegar la argumentación; también la enseñanza de las disciplinas, en situaciones como las de los experimentos en Física, es propicia para la formación en argumentación crítica. Situaciones de enseñanza en que se ponen en duda las “verdades” establecidas y las “evidencias”, se resaltan las preguntas a las que intentan responder las teorías y los conceptos y se indagan otras tentativas de respuesta a tales preguntas. Son situaciones en que se problematiza el conocimiento y se incentiva la argumentación crítica fundamentada.

En relación con los saberes y disciplinas, creemos que es importante tener en cuenta los requerimientos propios de las formas de razonamiento y de la argumentación en cada uno de estos campos de conocimiento. No obstante, subrayamos que en las disciplinas científicas, la lógica y la argumentación formal son tan importantes como las lógicas sustantivas o no formales, en las cuales centramos nuestro trabajo y para las que hallamos una amplia gama de opciones, como se muestra en la Tabla 1. Son las que más adelante enlazamos con situaciones pedagógicas y discursos de los estudiantes.

Sobre este momento de la argumentación en el aula, además de la consideración sobre la edad, el nivel escolar y el espacio curricular propicio para la argumentación, S. Leitão alude a las *situaciones específicas*, espontáneas o deliberadamente construidas, que posibilitan los debates y reflexiones en torno a los temas objeto enseñanza. En este trabajo optamos por relacionar estas *situaciones* con las *acciones pedagógicas* discursivas que permiten la argumentación y la construcción de conocimiento. Especialmente mostramos cómo estas propuestas de enseñanza posibilitan la presencia de indicios en torno a una formación científica en y para la crítica y la acción política de tendencia civilista.

### **El lugar de la argumentación en la construcción de conocimientos y en la formación sociopolítica de los estudiantes**

Consecuentes con nuestra perspectiva epistemológica, nos referimos a la construcción de conocimiento como un entramado de procesos epistémicos, sean de orden intrasubjetivo, cognitivo o metacognitivo y de orden sociológico, los que, como anotamos, están estrechamente vinculados con los procesos discursivos y, específicamente, con la argumentación. En relación con estas consideraciones, en la Tabla 2 mostramos, a modo de ejemplo, algunas *situaciones* pedagógicas deliberadamente construidas para crear oportunidades para la argumentación y la construcción de conocimiento. Las primeras se enmarcan en un trabajo con estudiantes de 5° de primaria que debaten sobre el maltrato a los animales, y las segundas, con profesores de Ciencias Naturales que discuten sobre los fenómenos relacionados con la electricidad.

**Tabla 2.** Situaciones pedagógicas deliberadamente construidas para propiciar la argumentación y la construcción de conocimiento

Actividades pedagógicas centradas en la argumentación	Situaciones pedagógicas
Argumentación en torno al concepto de <i>lo vivo</i> : discusiones sobre el maltrato animal como un asunto sociocientífico	Juego de roles (juicio al maltrato animal, caso de abuso de caballos de carga). Debate sobre corridas de toros y corralejas. Discusiones basadas en artículos de prensa y en videos sobre la experimentación científica con animales. Foros de discusión en torno a videos documentales y películas sobre maltrato animal. Construcción de argumentos escritos en torno a dilemas éticos implicados en las anteriores situaciones.
Procesos argumentativos de profesores de Física, en el marco de la experimentación cualitativa	Construcción de argumentos escritos en torno a la electrificación de materiales como “hecho” científico. El uso de “indicadores” de electrificación y su papel en la construcción de “evidencias”.

Estas situaciones se constituyen en espacios para la puesta en escena de *acciones pedagógicas discursivas* que, como lo anota Leitão, crean condiciones para el surgimiento de la argumentación o favorecen la expansión y enriquecimiento de los argumentos, en tanto instan a: identificar y reconocer diversos puntos de vista y a tomar postura en relación con éstos; así como, a sustentar, refutar, matizar, valorar, convencer, consensuar y explicitar posibles “cambios” en las consideraciones iniciales.

Destacamos acciones como *solicitar a los estudiantes asumir un punto de vista*, permitiendo la elección libre del mismo o como *invitación a ocupar el lugar de su ‘oponente’*; lo que se puede hacer al *asignar roles específicos* en situaciones como juicios, debates o paneles de expertos, entre otras, estrechamente relacionadas con las de *propiciar la elaboración de sustentaciones* y con la búsqueda de *respaldos* a los puntos de vista, mediante un acercamiento a informaciones de artículos de revistas científicas o textos de divulgación, documentos legales o normativos, documentales de TV e informes de investigación, entre otros.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Por ejemplo, lectura de leyes y otras normas que en Colombia regulan la protección a los animales y los permisos para explotación minera, la lectura de informes de investigaciones con miradas contrapuestas: el “desarrollo” económico y el impacto ambiental; consulta a familiares o amigos simpatizantes de las corralejas o las corridas de toros.

Son sugerencias que, a modo de acciones discursivas, promueven la elección y sustentación de puntos de vista, la revisión de las consideraciones propias y de las ajenas, la reflexión sobre los espectros o gamas de “opiniones”, el reconocimiento de las diferencias y, en especial, la búsqueda de comprensión de aquello que, desde el punto de vista de un oponente, parece “irracional.

Son acciones que desde nuestro punto de vista, se entrelazan con los discursos mediante los cuales se pueden hacer explícitos algunos indicios de procesos formativos y de aprendizaje de las ciencias. Cuestiones que inferimos, con base en análisis cualitativos de contenido (Piñuel, 2002) de discursos orales y escritos, registrados durante el desarrollo de las situaciones pedagógicas propuestas y estudiadas en las investigaciones que se enuncian en la Tabla 1.

### **Espacios para una formación científica civilista y sus vínculos con acciones pedagógicas que posibilitan la argumentación, como modo de conocimiento y como formación en la crítica**

Un análisis cualitativo de los discursos de los participantes nos permiten inferir las formas como estos discursos se entrelazan con las acciones pedagógicas enunciadas y cómo las intervenciones discursivas se requieren mutuamente de manera no lineal ni consecutiva.<sup>16</sup> En estas relaciones dialógicas situamos algunos hallazgos como indicios de procesos formativos en las dimensiones que en este trabajo consideramos. A modo de caja de herramientas, las propuestas pedagógicas que aquí presentamos y los análisis de las mismas nos permiten mostrar posibles espacios de formación científica civilista.

En relación con estas propuestas, es importante recordar que hay una doble problemática para hacer referencia a las dimensiones formativas que queremos resaltar: por un lado, su separación resulta artificial –los procesos epistémicos de orden intrasubjetivo son inseparables de procesos sociológicos, y lo disciplinar incluye asuntos del ámbito ético-político–, y por otro, atender a un aspecto puede derivar al ensombrecimiento de otros. En este orden de cuestiones optamos por referirnos a una gama de posibilidades formativas, a un abanico en que resaltamos algunos matices o énfasis privilegiados en cada caso.

<sup>16</sup> Nos referimos a los análisis cualitativo de contenido (Piñuel, 2002) de discursos orales y escritos, registrados durante el desarrollo de las situaciones pedagógicas propuestas y estudiadas en las investigaciones que se anotan en la Tabla 1.

Así, por ejemplo, Andrea, estudiante del grupo de 8°, que participa en el video-foro sobre la problemática del uso del glifosato, plantea su punto de vista y lo *justifica* o sustenta con el uso conocimientos sobre los daños que este material químico hace al medio ambiente, justificación que explícitamente *respalda* en informaciones tomadas de un video-documental; un proceso epistémico que incluye el reconocimiento de otros puntos de vista, a modo de posible *refutación* a su postura, refutación ante la cual reitera su posición y la razón para asumirla. Dice Andrea:

[...] nosotros somos conscientes de la acción que tiene el glifosato y entendemos el uso que se le da y la importancia de éste, pero yo creo que estamos arriesgando mucho por salvar muy poco, vea por ejemplo yo creo que con uso del glifosato y las aspersiones aéreas estamos arriesgando nuestro medio ambiente, estamos arriesgando parte de la cultura, porque como lo veíamos en el video los dibujos de los niños ya no son iguales,<sup>17</sup> estamos arriesgando la salud y aunque es importante acabar con todos estos cultivos ilícitos, yo considero que estamos arriesgando mucho por salvar muy poco.

La interpretación de este enunciado nos permite identificar cómo se ponen juego, en los discursos de los estudiantes, algunas de las acciones pedagógicas enunciadas y como éstas se entrecruzan y se requieren mutuamente, de manera no lineal, ni consecutiva. Podemos decir que de este enunciado se infiere la presencia de discursos que, más allá de la exigencia de *justificaciones* y *respaldos*, abogan por *la visibilización de oposiciones*, así como por *la construcción de contraargumentos*.

En este orden de consideraciones, destacamos que en actividades que no se circunscriben a debates como los de ASC –como en la de *experimentación cualitativa sobre la electrificación*–, también es posible identificar situaciones deliberadas o espontáneas en las se ponen en juego acciones con las que, como en el caso anterior, se busca la superación de dicotomías y se invita a reconocer la pluralidad de puntos de vista. Así, en la quinta sesión de experiencias cualitativas, Pedro dice:

[...] pues el cuerpo no manifiesta repulsión porque el papelito no alcanza a mantener la carga por mucho tiempo, pero también es importante tener en cuenta lo que dijo Ana, que como nuestro cuerpo

<sup>17</sup> La estudiante se refiere a la información del video, sobre la forma como algunos niños –habitantes de zonas irrigadas con glifosato–, dibujan las afecciones de su piel.

conduce la electricidad posiblemente esto también afecte que la carga sobre el cuerpo cargado, se mantenga [...].

Enunciado del que inferimos que este profesor participante, además de visibilizar el aporte de una colega, reconoce un punto de vista diferente al suyo, respecto al por qué no se observa repulsión entre dos materiales.

Además de lo anterior, estas actividades pretenden fomentar reflexiones en torno al carácter construido de las *evidencias* y al papel de los ‘instrumentos’<sup>18</sup> en dicha construcción. Así, Kelly en la primera sesión de actividad experimental afirma, de modo dogmático: “ese cuerpo no está cargado [...] miren”, para referirse a una barra de metal que después de mucho frotarla no atrae los papelitos. En la cuarta sesión y con base en el ‘indicador’, retoma las observaciones anteriores y dice: “ahh la barra de metal sí atrae, con este indicador sí hay atracción”. Al preguntarle si la barra de metal se podría electrificar, ella responde:

[...] no se puede afirmar que un cuerpo está cargado o no, con una simple observación, es necesario mirar cómo se comporta al ponerlo en contacto con otros indicadores más especializados, pues puede ser que esté electrificado y que no se logré ver por qué el instrumento no tiene la sensibilidad necesaria para percibir el movimiento de los papelitos.

Relacionamos estos enunciados con acciones que suscitan dudas, llaman a la evaluación de los argumentos propios y los de otros, incentivan la construcción de refutaciones, invitan a la matización de aseveraciones y cuestionan el papel de los instrumentos como aparatos de “verificación”, al tiempo que, propician reflexiones en torno la naturaleza del conocimiento. En palabras de Kelly:

[...] yo creo que lo más importante de esta actividad ha sido que hemos discutido sobre los fenómenos físicos sin tener que recurrir a los números, que es lo que se hace en un colegio; para mí es muy valioso ver que ante una situación cualquiera hay varias explicaciones y varios puntos de vista y todos son valiosos, pues cada uno de los que dieron a conocer sus ideas las fundamentó bien y es aquí donde se va enriqueciendo la discusión, por eso es importante.

---

<sup>18</sup> En este caso los indicadores de carga electrificación.

Es posible decir que estos espacios pedagógicos para el debate sobre la experimentación, problematizan las ciencias y la enseñanza, permiten cuestionar las formas de conocimiento que circulan en la escuela y en especial llaman a cambios en las formas hegemónicas imperantes en currículos prescriptivos que, explícita o implícitamente, dictan normas sobre qué y cómo enseñar. Son propuestas que hacen una aproximación al desentrañamiento de las prácticas culturales inherentes a la construcción de conocimiento y, por lo tanto, a las indagaciones sobre las relaciones entre el saber y el poder. No obstante, creemos que estas indagaciones tienen mayor posibilidad de profundización en discusiones sobre los ASC.

En relación con estas consideraciones, son ilustrativas las reflexiones de Diana sobre el valor formativo de las actividades inscritas en discusiones sobre la explotación minera como un asunto sociocientífico:

[...] yo tengo un punto de vista [...] obviamente no podemos cambiar radicalmente las cosas, pero *tenemos que plantear soluciones* para no ser mentes conformistas, más de lo que somos. Resulta que si no se hablan los problemas y no se dice lo que está pasando y no damos argumentos de lo bueno y lo malo, no vamos a llegar a ninguna parte. La educación marca la diferencia, la educación puede transformar mentes.

Además del valor que explícitamente reconoce a esta experiencia educativa y la crítica a lo que denomina *mentes conformistas*, es posible decir que este enunciado nos da indicios de la posibilidad de formación de un *sujeto ético que asume la responsabilidad de acciones para el cambio*, es decir, inferimos la presencia de acciones civilistas, relacionadas con sujetos que hacen uso de la argumentación como modo de conocimiento y formación de una conciencia crítica para la actuación.

Al respecto, reconocemos que trozos de discurso como el anterior, nos permiten mostrar que es posible una enseñanza que deliberadamente se proponga incentivar los niveles que Hodson (2003) describe como de sofisticación hacia una formación sociopolítica: sensibilización con las problemáticas, reflexión sobre las mismas, toma de postura crítica sustentada y acciones para la solución de problemáticas en la búsqueda del bien común y de la justicia social. Esta posibilidad de despliegue de la enseñanza, no garantiza una formación para la acción, por fuera del ámbito escolar; no obstante, esto no demerita la importancia y el valor de búsqueda de

propuestas que permitan contribuir con una formación científica civilista, basada en la argumentación y el ejercicio de la crítica. A los posibles valores y a las limitaciones de estas actividades pedagógicas, nos referimos en el cierre de este escrito.

## **CONSTRUCCIÓN DEL HORIZONTE DE TRABAJO: POTENCIALIDADES, LIMITACIONES Y CONDICIONES DE POSIBILIDAD PARA LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS**

La gama de aspectos y procesos incluidos en las propuestas de enseñanza que someramente presentamos, abanico que sintetizamos en la posibilidad de una apropiación crítica de las culturas científicas que propicie una formación para actuaciones políticas, son asuntos que implican reconocer que el propósito asumido es altamente complejo y que no podemos hablar de una pluripotencialidad absoluta de las propuestas en relación con la cobertura de la gama de procesos formativos a los que es deseable atender.

En coherencia con otras investigaciones, nuestros hallazgos muestran que la atención en algunos aspectos puede implicar el desdibujamiento de otros. No obstante, los estudios de caso a los que se refiere este escrito nos permiten decir que, para dichos casos, se puede hablar de un potencial pedagógico amplio, amplitud ligada a la imposibilidad de separar aspectos formativos que ineludiblemente se articulan, pero que requieren acciones deliberadas para fomentar procesos que aporten en la dirección formativa elegida.

Al respecto, podemos decir que el lugar dado a la argumentación en las propuestas pedagógicas estudiadas visibiliza los vínculos de los aspectos sociológicos – reconocimiento de los diferentes puntos de vista, expresión de contraargumentaciones y de respuestas a ellas, entre otros– con procesos epistémicos de orden cognitivo y metacognitivo. Un conjunto de cuestiones relacionadas con las dimensiones que Hodson (2003) reconoce como intrínsecamente ligadas a aprender ciencias, aprender a hacer ciencias y aprender sobre las ciencias, dimensiones que hallamos presentes en las situaciones pedagógicas estudiadas, aunque esta presencia muestra diferentes matices, énfasis y modos de expresión.

Aludimos a énfasis o matices privilegiados para reconocer que, por ejemplo, en situaciones relacionadas con la experimentación cualitativa sobre electrificaciones

inferimos de los discursos indicadores importantes de procesos vinculados con la construcción de conocimiento, es decir, con procesos epistémicos, entre los que resaltamos el uso de “pruebas” empíricas, la recurrencia a conocimientos establecidos para elaborar sustentaciones, la explicitación de refutaciones y el uso de matizaciones que interrogan “evidencias”. Conviene aquí recordar que estos procesos se apartan de los de tipo de verificación de “verdades”; por el contrario, cuestionan los dogmatismos y los autoritarismos propios de una enseñanza transmisionista, lo que hallamos coherente con la presencia de reflexiones sobre la construcción del conocimiento y sobre el carácter cultural y discursivo de las ciencias.

La presencia de cuestiones relacionadas con el carácter comprometido y consensuado de los conocimientos en dichas actividades, se vincula con una formación dirigida a aspectos axiológicos como el *respeto* tanto por las *pruebas* como por el punto de vista del otro, respeto que implica un re-conocimiento e incluye la posibilidad de cuestionamiento e interpelación. Así, se hacen presentes consideraciones del ámbito ético, y aunque no se profundiza en las relaciones entre el saber y el poder, podemos inferir la presencia de asuntos de orden político, dado que el trabajo de laboratorio, centrado en la argumentación y el debate, implica una crítica explícita a la mirada empirista de la experimentación científica y, por lo tanto, abre espacios de resistencia contra perspectivas positivistas y hegemonías curriculares impuestas.

Podemos decir que los asuntos de tipo ético-político tienen una mayor posibilidad de despliegue y se hacen más visibles en los debates sobre los ASC donde se pueden ver desdibujadas algunas de las cuestiones más directamente relacionadas con el aprendizaje de conceptos y modelos científicos. Pero conviene recordar que hablamos del aprendizaje de las ciencias no restringido al dominio conceptual; consideramos, por el contrario, que aprender ciencias tiene que ver con aspectos relacionados con la construcción de conocimiento –hacer ciencias–, con reflexiones sobre la “naturaleza” del conocimiento científico –aprender sobre las ciencias– y con apropiar de manera crítica los logros explicativos, los discursos y las herramientas que conforman una cultura científica.

En relación con los debates sobre los ASC, resaltamos el énfasis en la posibilidad de los aportes para una formación en y para la civildad, articulada al aprendizaje crítico de las disciplinas científicas y al aprendizaje sobre las ciencias. Estas actividades pedagógicas, incluyen acciones discursivas en torno a problemas auténticos

o casos simulados que involucran dilemas éticos que han de ser afrontados, asumidos y sustentados, de modo que posibiliten reivindicar el valor de lo local, de las pluralidades culturales, de los lenguajes, saberes y racionalidades y a la vez inviten a asumir una postura crítica frente a una cultura, de la que hacemos parte o que nos interesa apropiarnos.

Hay aquí un lugar para las preguntas como: ¿Qué razones subyacen en actividades culturales que, como las corralejas, nos parecen irracionales? ¿Por qué aún hoy los científicos experimentan con animales? ¿Por qué en Colombia el desarrollo económico está ligado a la “locomotora” de la explotación minera y qué podemos hacer para que esta “locomotora” no se imponga sobre una ética civilista? Son preguntas que implican un acercamiento crítico y propositivo a cuestiones de orden científico-disciplinar y en especial a la formación sociopolítica de profesores y estudiantes.

Destacamos en estas propuestas formativas el papel de los maestros como sujetos políticos que no solo propician la crítica argumentada, sino que, como propone Foucault (1995), incentivan la crítica como *arte de inservidumbre voluntaria*, como forma de luchas de resistencia. En estas propuestas, la resistencia se considera como un horizonte de lucha social y como espacios para la formación en la civilidad, en tanto que, parafraseando a este filósofo, la argumentación se constituye en un arte, en una estética de las “buenas razones” que sustentan la crítica como posibilidad de autonomía.

En síntesis, las propuestas y situaciones pedagógicas presentadas a modo de caja de herramientas nos permiten decir que es posible transitar hacia una formación científica de carácter civilista. Caja de herramientas en que es necesario incluir otras actividades de enseñanza que, insubordinadas a las políticas y cánones vigentes, distanciadas de currículos prescritos y descentradas de propósitos como la competitividad, profundicen y complementen los aspectos formativos a los que nos referimos en este trabajo.

Aludimos a propuestas que asuman las implicaciones que tiene para el maestro una enseñanza que problematiza las ciencias y los saberes que circulan en la escuela, que indaga por las demandas de nuestro “tiempo” y del contexto y que al respecto se interroga por el saber del maestro y el carácter ético y sociopolítico de sus prácticas. Hablamos de actividades exigentes en tiempo y dedicación y que demandan un

trabajo pedagógico abierto a la crítica, emancipador y de autoformación, altamente complejo, pero posible.

## BIBLIOGRAFÍA

Bakhtin, Mijaíl. (1981). *The Dialogic Imagination: Four essays by M. M. Bakhtin*. Austin, Tx: University of Austin Press.

\_\_\_\_\_. (2000). *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes.

Erduran, Sibel y Jiménez-Aleixandre, María Pilar. (2008). *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer.

Erduran, Sibel, Simon, Shirley y Osborne, Jonathan. (2004). "TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse". *Science Education*, No. 6, Vol. 8, pp. 915-93.

Foucault, Michel. (1995). "¿Qué es la crítica?". *Revista Internacional de Filosofía*, No. 11, pp. 5-25. Málaga: Universidad de Málaga.

\_\_\_\_\_. (1999). *Estética, ética y hermenéutica*. Buenos Aires: Paidós.

Furió, Carles y Vilches, Amparo. (1997). "Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y la relaciones ciencia, tecnología y sociedad". En: Del Carmen, L. (ed.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Gadamer, Hans-Georg. (1993). *Verdad y Método*. Salamanca: Sígueme.

Giraldo, Reinaldo. (2008). "La resistencia y la estética de la existencia en Michel Foucault". *Revista Entramado*, No. 2, Vol. 4, pp. 90-100. Cali: Unilibre.

Henao, Berta Lucila y Stipcich, María Silvia. (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.

Hodson, Derek. (2003). "Time for action: Science education for an alternative future". *International Journal of Science Education*, No. 6, Vol. 5, pp. 645-670.

\_\_\_\_\_. (2004). "Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical". *The Science Education Review*, No. 1, Vol. 3. En: [http://www.scienceeducationreview.com/open\\_access/hodson-action.pdf](http://www.scienceeducationreview.com/open_access/hodson-action.pdf) [consultado en mayo de 2013].

Jiménez-Aleixandre, María Pilar. (2008). "Designing argumentation learning environments". En: Erduran, S. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (eds.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based*. Dordrecht: Springer.

\_\_\_\_\_. (2010). *10 Ideas Clave: Competencias en Argumentación y uso de Pruebas*. Barcelona: Ed. Grao.

Kolstø, Stein D. (2001). "Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues". *Science Education*, No. 3, Vol. 85, pp. 291-310.

Kuhn, Deane. (1993). "Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking". *Science Education*, No. 3, Vol. 77, pp. 319-337.

Kuhn, Thomas. (1992). *La estructura de las revoluciones científicas*. Santa Fe de Bogotá: Fondo de Cultura Económica.

Latour, B. y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio: la construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.

Leitão, Selma. (2011). "O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula". En: Selma Leitão, S. y Damianovic, M.C. (orgs.). *La Argumentación en la Escuela*. Campinas: Pontes Editores.

Leontiev, Alexis. (1978). *Desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte.

Moreira, Marco Antonio. (2005). "Aprendizaje significativo crítico". *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, No. 6, pp. 83-102. Madrid: Escuela Universitaria La Salle.

Nieda, Juana y Macedo, Beatriz. (1997). "Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años". En: <http://www.oei.org.co/oeivirt/curricie/index.html> [consultado en mayo de 2013].

Osborne, Jonathan, Erduran, Sibel y Simon, Shirley. (2004). "Enhancing the Quality of Argumentation in School Science". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 10, Vol. 41, pp. 994-1020.

Piñuel, José Luis. (2002). "Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido". *Estudios de Sociolingüística*, No. 1, Vol. 3, pp. 1-42. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. En: <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf> [consultado en enero de 2012].

Postman, Neil y Weingartner, Charles. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co.

Sadler, Troy y Zeidler, Dana. (2005). "Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 1, Vol. 42, pp. 112-138.

Sardá, Anna María y Sanmartí, Neus. (2000). "Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, No. 3, Vol. 18, pp. 405-422.

Schrödinger, Erwin. (1997). *La naturaleza de los griegos*. Barcelona: Tusquets Editores.

Simonneaux, Laurence. (2001). "Role-Play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis". *International Journal of Science Education*, No. 9, Vol. 23, pp. 903-927.

Stake, Ralph E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

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

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

Valencia, Gloria C., Cañón, Lilia y Molina, Carlos A. (2009). "Educación cívica y civilidad: una tensión más allá de los términos". *Pedagogía y Saberes*, No. 30, pp. 81-90. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Facultad de Educación.

Vigotsky, Lev S. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Traducción y edición Alex Kozulin. Barcelona. Paidós.

Villavicencio, Susana. (2007). "Ciudadanía y civilidad: acerca del derecho a tener derechos". *Colombia Internacional*, No. 66, pp. 36-51. Bogotá: Universidad de los Andes.

Zeidler, Danna, Sadler, Troy, Simmons, Michael y Howes, Elaine. (2005). "Beyond STS: research-based framework for socioscientific issues education". *Science Education*, No. 3, Vol. 89, pp. 357-377.

Zohar, Anat y Nemet, Flora. (2002). "Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics". *Journal of Research in Science Teaching*, No. 1, Vol. 39, pp. 35-62.