



BERTA LUCILA HENAO SIERRA

Doctora en Educación en Ciencias. Docente de la Facultad de Educación, Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). Investigadora del grupo Unipluridiversidad, Universidad de Antioquia. Correo electrónico: lucila.henao@udea.edu.co.

LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS: UN ESPACIO PARA LA CONFIGURACIÓN DE SUBJETIVIDAD ÉTICA-POLÍTICA

EDUCATION IN SCIENCES: A SPACE FOR THE CONFIGURATION
OF ETHICAL-POLITICAL SUBJECTIVITY

| BERTA LUCILA HENAO SIERRA |

Recibido 3 de abril de 2019
Aceptado 30 de junio de 2019

RESUMEN

Este escrito presenta consideraciones acerca de los desafíos y posibilidades que hoy tiene la educación en ciencias, como campo de conocimiento y práctica cultural. En este horizonte, dirigimos la mirada a la formación de sujetos críticos comprometidos con la construcción de alternativas de solución a problemáticas inherentes a un mundo caracterizado por la presencia de las tecno-ciencias y sus implicaciones socioculturales. Aludimos a una formación en ciencias, inseparable de la configuración de subjetividad ético-política; opción formativa que concretamos en una propuesta pedagógica centrada en discusiones y acciones en torno a problemas sociocientíficos (PSC). Al respecto, transitamos por algunas preguntas inherentes a dicha propuesta: la primera, relacionada con las problemáticas que pretenden atender al por qué de la misma; la segunda, referida a los propósitos que conlleva, es decir, el para qué; la tercera y cuarta, aluden a qué cuestiones

conviene trabajar y cómo tratar pedagógicamente asuntos que permitan a los estudiantes aprender ciencias, al tiempo que se configuran como sujetos políticos en resistencia a los dogmatismos, al antropocentrismo y al consumismo.

PALABRAS CLAVE:

Sujetos críticos, subjetividad ético-política, problemas sociocientíficos, ciencia-aprendizaje.

ABSTRACT

This paper presents considerations about the challenges and possibilities that Science Education has today, as a field of knowledge and cultural practice. On this horizon, we look at the formation of critical subjects committed to the construction of alternative solutions to problems inherent in a world characterized by the presence of techno-sciences and their sociocultural implications. We refer to a training in science, inseparable from the configuration of ethical-political subjectivity; a formative option that we specify in a pedagogical proposal focused on discussions and actions around socio-scientific issues –SSI–. In this regard, we go through some questions inherent in this proposal: the first, related to the problems it intends to address, in other words, why them; the second, referring to the purposes involved, that is, what for; the third and fourth, allude to what issues should it work and how to pedagogically address issues that allow students to learn science, while being configured as political subjects in resistance to dogmatism, anthropocentrism and consumerism.

KEYWORDS:

Critical subjects, ethical political subjectivity, socio-scientific problems, learning of science.

LA POSVERDAD Y EL CIENTIFICISMO COMO PROBLEMAS VIGENTES: IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Como punto de partida reconocemos que las ciencias, la política, la ética y la educación son actividades culturales y como tales están fuertemente relacionadas entre sí y con otras prácticas sociales, entre las que se tejen complejas e inocultables implicaciones e incidencias. En coherencia con ello, señalamos que estos vínculos se invisibilizan bajo el manto de «objetividad» y «neutralidad» que, desde una visión *cientificista*, se atribuye a las ciencias naturales y a la educación.

En una somera aproximación, nos referimos al *cientificismo* como perspectiva epistemológica que considera al conocimiento científico como forma superior de saber; supremacía cimentada en su «método», en tanto este se considera garante del descubrimiento de verdades universales, objetivas y asépticas. Como veremos, esta perspectiva es hegemónica y se perpetúa mediante prácticas educativas que fomentan la enseñanza dogmática y transmisionista que, aunque muy cuestionada, sigue vigente.

Por otro lado, en relación con el rasgo «objetividad», ligado al concepto «verdad», hoy se posiciona un problema, que aunque de vieja data y larga trayectoria, es de reciente conceptualización y nominación; hablamos de la *posverdad* o lo *posfactual*, un asunto que nos interesa no solo por sus implicaciones ético-políticas, sino porque emerge entrelazado en la red de relaciones planteada en la consideración inicial: entra en contradicción con lo asumido generalmente como científico, fructifica en condiciones de ignorancia, contradice perspectivas éticas y hace presencia, aunque no exclusivamente en el ámbito de lo *político*, con fines ideológicos de tipo fundamentalista.

La posverdad hace referencia a informaciones o aseveraciones que no se basan en hechos objetivos, sino que apelan a las emociones, creencias o deseos de las personas¹, con el fin de convertir en verdad aquello

¹ La Real Academia Española –RAE– propone este significado al anunciar la inclusión del término en su diccionario. Recuperado de: <http://www.rae.es/noticias/dario-villanueva-el-termino-posverdad-entrara-este-ano-en-el-diccionario>.

que es falso, imaginario o que carece de todo sustento. Aludimos a un fenómeno que se expresa en discursos para los cuales no importa el valor de «verdad» que puede tener un enunciado si este convence y satisface emocionalmente a los sujetos a quienes va dirigido, sin que interesen las «pruebas» o «evidencias» que lo soporten.

Se trata de un tipo de discurso que busca despertar prejuicios, alimentar esperanzas o exacerbar a las personas menos instruidas, aprovechando que «la ignorancia y el olvido son los lodos en los que germina la mentira política» (Rubio, 2017, p. 67) con la pretensión del imponer intereses particulares². Son prácticas discursivas que menosprecian las capacidades críticas y la libertad de las personas, en tanto coartan acciones ético-políticas que pudieran favorecer el bien común.

Paradójicamente, aunque contrario a lo «factual» u «objetivo», lo pos-factual se posiciona en la era del conocimiento y la información, en el auge de las tecno-ciencias. En relación con estas cuestiones, es importante considerar que internet favorece un enorme flujo de información de la cual una parte, disfrazada de conocimientos, propicia la difusión de las mentiras; de igual manera, como lo señala Diego Rubio (2017), mediante sus algoritmos esta red facilita nuestra disposición a evadir consideraciones que contradicen las nuestras, dando lugar a «un extraño vórtice de ceguera en el que, cuanta más información consume una persona, más atrapada queda en sus propios prejuicios y sesgos cognitivos» (p. 68), de modo que cierra espacio a la posibilidad de análisis y por ende, acentúan la ignorancia requerida para la manipulación.

Considerando el carácter eminentemente racional que se atribuye al conocimiento científico y en relación con ello, la posibilidad de ser antídoto

² Ejemplos ilustrativos son las aseveraciones que niegan el *cambio climático* o que lo hacen ver como un fenómeno natural desligado de la industrialización y el consumismo; naturalización que conlleva descuido e irresponsabilidad en nuestras acciones. Así mismo, señalamos el reconocimiento de un dirigente político sobre manipulación a los votantes mediante la estrategia de generar odio, envidia y desesperanza; en sus palabras: “Estábamos buscando que la gente saliera a votar verraca”. Recuperado de: <http://www.elcolombiano.com/colombia/acuerdos-de-gobierno-y-farc/entrevista-a-juan-carlos-vez-sobre-la-estrategia-de-la-campana-del-no-en-el-plebiscito-CE5116400>.

de la ignorancia, las supersticiones y la barbarie, parece que la apropiación de conocimiento científico se convierte en una posibilidad de enfrentar fenómenos como la posverdad. Contra los dogmatismos ideológicos y el oscurantismo, irrumpe *la verdad científica* objetiva, racional, neutral y universalmente válida que se posiciona en un nivel de superioridad respecto a otras formas de conocimiento, a otras maneras de construir y comprender el mundo ¿Conviene asumir esta postura?

Como lo planteamos, esta confianza absoluta en la superioridad del conocimiento científico, sus logros y sus métodos, configuran el denominado *cientificismo*. Respecto al mismo, es importante anotar que estudios filosóficos, epistemológicos y socio-históricos contemporáneos³ muestran que el dogmatismo científico es insostenible y que, como lo plantea Michel Foucault (2007), son inocultables los vínculos saber-poder.

Estos vínculos son inherentes a las dinámicas de producción, discusión y divulgación de saber científico. Las investigaciones sobre la naturaleza de las ciencias muestran que los conceptos, modelos, metodologías e instrumentos, así como los criterios de científicidad, cambian con el tiempo, devienen, se transforman a la vez que transforman nuestras maneras de vivir, pensar y actuar.

Es posible decir que, por un lado, grandes imperios políticos y económicos apoyan el auge y orientan el rumbo de la investigación científica, con inmensos beneficios y funestas incidencias. Así mismo, investigaciones como las relacionadas con la manipulación genética cuestionan los significados tradicionales de conceptos como vida y muerte, lo que conlleva nuevas consideraciones filosóficas y éticas respecto a problemáticas relacionadas con estos conceptos. Todo esto devela el carácter provisorio, falible y no neutral de los conocimientos. ¿Se derrumba el manto de «objetividad», se afecta la deificación de las ciencias?

³ Trabajos como los de Paul Feyerabend, Thomas Kuhn, Stephen Toulmin y B. Latour y S. Woolgar entre otros, aportan elementos clave para desmitificar las ciencias y mostrar su carácter cultural. La *educación en ciencias* como campo de saber, se posiciona en relación con dichos aportes, al tiempo que en este campo emerge la línea de investigación centrada en el estudio de las relaciones Ciencias, Tecnología y Sociedad (CTS).

Estas cuestiones no son tan simples. Las tecno-ciencias ocupan un lugar de privilegio y el conocimiento científico occidental o eurocéntrico, claramente hegemónico, se perpetúan mediante discursos y prácticas como las educativas. Esta superioridad epistémica sustentada en visiones positivistas y racionalistas, aunque cuestionada desde hace décadas⁴, se muestra firme e indesligable de conceptos como *progreso* y *desarrollo*, que se erigen como propósitos clave, no solo para los asuntos socioeconómicos, sino para las ciencias mismas y para la educación.

Bajo la premisa de superioridad científica, solo el dominio de las tecno-ciencias abre posibilidades para salir del «subdesarrollo»⁵ y en concordancia con ello se prioriza la instrucción en este campo de conocimientos, en detrimento de otros, apostando a una tendencia eficientista y de competitividad fuertemente relacionada con el consumismo como dinámica económica vertebradora de la sociedad contemporánea. En este juego de relaciones saber-poder, en el que se impone el *modo-de-ser-trabajo*⁶ sobre el *modo-de-ser-cuidado* (Boff, 2002), participa la educación en ciencias.

A estos vínculos alude Paulo Freire (1993/2002), desde el campo de las pedagogías críticas, al afirmar que «no hay ni ha habido jamás una práctica educativa, en ningún espacio-tiempo, comprometida únicamente con ideas preponderantemente abstractas e intocables» (p. 95). Por su parte, desde el campo de la didáctica de las ciencias, Dereck Hodson (2003) hace duras críticas a la aparente neutralidad política de la educación en ciencias y hace un llamado a trabajar en la politización explícita de las prácticas de enseñanza.

⁴ Desde la década de los setenta del siglo xx, con base en diversos acontecimientos ligados al desarrollismo científico, emergen discursos que alertan de peligros como la contaminación ambiental y el uso de armas de tipo atómico y nuclear, entre otros, que muestran la confluencia de intereses económicos, sociales y políticos en el trabajo científico (Porlán, 1998).

⁵ Para Marco Raúl Mejía J. (2011) este concepto se entiende en el sentido eurocéntrico, es decir asociado a un «modelo que subalterniza pueblos, culturas, lenguajes y formas de conocer, en tanto proponen un imaginario social, donde unos están adelante y otros atrás en el camino de la historia» (p. 24).

⁶ Esta dimensión es necesaria, no obstante, la prioridad dada al trabajo en términos de productividad económica, ligada a la codicia y al consumismo, conlleva ineludiblemente el descuido y el deterioro socioambiental que hoy nos agobian.

Para este investigador, las instituciones educativas fomentan el industrialismo, el transnacionalismo competitivo, el individualismo y el patriarcalismo, al tiempo que privilegian una alfabetización científica acrítica que busca la creación de una gran masa de ciudadanos que se preparan para ser trabajadores leales y consumidores insaciables e incondicionales de ciencia y tecnología; sujetos para los cuales el progreso es sinónimo de producción tecnológica desmedida, el dinero se equipara con trabajo y la excelencia se confunde con la competición. Una tendencia que, para este autor, pone en riesgo las libertades de las personas, el bienestar espiritual de las sociedades y el futuro del planeta.

Desde su punto de vista, estos peligros están vinculados a que, eludiendo dilemas éticos, las tecno-ciencias muchas veces ponen sus procesos y logros al servicio de potentes sistemas políticos y económicos, mediante el privilegio a la adquisición y concentración de riquezas, en detrimento del bien común y con el consecuente menoscabo de la supervivencia de los más desfavorecidos; asuntos que se hacen visibles, por ejemplo, en el deterioro de la naturaleza y las contribuciones a la guerra. Denuncias que coinciden con las de Leonardo Boff (2008), quien expresa:

Un pequeño grupo de naciones opulentas e individuos sumidos en el consumo material, ponen todos los beneficios de la tecno-ciencia a su servicio; en tanto, otras naciones y personas son «barbarizadas» y convertidas en combustible para la máquina productivista, condenadas a morir antes de tiempo, víctimas del hambre crónica, de las enfermedades de los pobres y de la degradación generalizada de la Tierra (p. 35).

Como lo expresan estas reflexiones, las visiones científicistas que sustentan las políticas educativas centradas en incentivar la productividad económica, encarnan riesgos que, sin caer en satanizaciones, conviene visibilizar porque no son ajenos a nuestro contexto, dado que en Colombia la educación en ciencias está orientada por políticas que propenden por la globalización económica y la competición; y en concordancia, se privilegia un sistema regido por mediciones y comparaciones. Ejemplo de ello son los *Estándares Básicos de Competencia* (MEN, 2006) que abogan prioritariamente por una formación que posibilite el «desarrollo» y la «productividad»; y en la misma línea competitiva se proyecta que para el año 2025

«Colombia sea la más educada» con respecto al resto de la región latinoamericana, teniendo como parámetros los resultados de las pruebas PISA.

En relación con lo anterior, destacamos la existencia y el valor de políticas y proyectos gubernamentales que ponen énfasis en aspectos formativos vinculados con la construcción de paz, convivencia y democracia. Sin embargo, nos parece conveniente hacer notar la presencia de un enfoque educativo de tipo técnico, desde el cual se da enorme relevancia a la adquisición y medición de conocimientos, con la correlativa invisibilidad u oscurecimiento de aspectos de orden formativo del ámbito ético-político.

Para precisar estos cuestionamientos, son interesantes las críticas que hace el editorialista de uno de los periódicos de mayor circulación en nuestro país, quien afirma: «lo que este enfoque provocará es que nuestra educación se dedique a cómo tener éxito en la prueba internacional, pues allí es donde se han puesto los objetivos y los incentivos» (El Espectador, 2015); con la consecuente pérdida de énfasis en la urgente formación ética y política de los estudiantes. En sus palabras:

Sin desconocer la importancia y el derecho que tienen nuestros jóvenes a adquirir los conocimientos técnicos, científicos y lingüísticos que les permitan competir en el mundo globalizado de hoy, vale preguntarse si un país en guerra, en proceso de transformación hacia la reconciliación, azotado por la corrupción y la cultura mafiosa, donde la vida vale tan poco, puede darse el lujo de apostar todo por esa sola instrucción y esperar que una variable tan gaseosa como el «ambiente escolar» cumpla con la formación en las competencias éticas y cívicas (El Espectador, 2015).

La indiferencia ante cuestiones del ámbito ético-político forma parte del enfoque educativo de tipo técnico, centrado en propósitos de progreso y desarrollo económico y tecno-científico, desde el cual se apalanca una perspectiva dogmática y cientificista. Desde una mirada alternativa, Alberto Maturana (2001) invita a construir un mundo que privilegie la colaboración y no la competencia, la co-inspiración y no la disputa. Por su parte, Leonardo Boff (2008) nos recuerda que el propósito de una sociedad es el intercambio y no la competición que obliga a eliminar o destruir al adversario.

Enfrentar problemas como los relativos al dogmatismo cientificista, el desarrollismo tecnológico y el auge del consumismo, el individualismo y la competitividad, así como, afrontar la manipulación ideológica y emocional inherente al desprecio por lo «factual», implica dirigir la mirada a propósitos alternativos que buscan orientar la enseñanza en una perspectiva pluralista, crítica y constructiva; horizontes de larga trayectoria que conviene retomar.

Acerca de propósitos alternativos para la educación en ciencias: la configuración de subjetividad ético-política como horizonte pedagógico

Son profundas las diferencias entre los problemas que hemos señalado. Destacamos que el cientificismo, además de invocar la «objetividad» sienta sus bases en el racionalismo radical y en consecuencia demerita e invisibiliza el papel de lo afectivo y de intuiciones en la construcción de conocimiento; y que, al contrario, el fenómeno de la posverdad se cimienta en la apelación a las emociones, para conseguir la sumisión a intereses 'particulares'. El primero, afincado al interior de prácticas de enseñanza; y el segundo, instalado en dinámicas sociales, ambos exigen atención urgente.

Por su vigencia, sus implicaciones para la educación, su convergencia en el carácter dogmático y autoritario, y por los peligros que implican, estas problemáticas requieren ser analizadas y confrontadas. Reto pedagógico que, desde nuestro punto de vista, requiere dirigir la mirada a una perspectiva ético-política con una clara orientación crítica, pluralista y emancipadora. Aludimos a una tendencia epistemológica y pedagógica que, sin demeritar el papel de la razón, reconozca el valor de las experiencias, intuiciones y emociones en la construcción de conocimientos, al tiempo que visibilice y proponga alternativas al carácter hegemónico, patriarcal y antropocéntrico de las ciencias.

Hablamos de una perspectiva que favorezca la aceptación de nuestras diferencias, pluralidades y diversidades, que permita desplegar nuestra *razonabilidad* (Toulmin, 2003) y posibilite reconocernos como seres *sentipensantes*⁷; es decir, que incentive la flexibilidad intelectual, la apertura

⁷ En el sentido que lo propone Orlando Fals Borda en <https://www.youtube.com/watch?v=LbJWqetRuMo>

al cambio y la aceptación de pluralidad de explicaciones, saberes, puntos de vista y en general, de nuestra diversidad cultural. Se trata de poner en práctica la *razón amable y cordial* (Boff, 2002), para que sin deponer el modo-de-ser-trabajo, demos privilegio al modo-de-ser-cuidado.

Como lo sugiere Freire (1993/2002), conviene desplegar proyectos educativos dirigidos a construir un pensamiento crítico que impulse prácticas emancipatorias, transformadoras. Un llamado concordante con el de Marco A. Moreira (2005) quien, en su propuesta de aprendizaje significativo crítico, reclama una enseñanza que, insubordinada a las políticas y cánones vigentes, permita apropiarse de manera crítica los desarrollos científicos y tecnológicos, haciendo uso de estrategias intelectuales y valores como flexibilidad intelectual, la creatividad y la tolerancia a la incertidumbre.

En la misma línea, Hodson (2003, 2013) propone que de forma deliberada los profesores(as) asumamos una posición política que nos permita aportar a la formación de ciudadanos que puedan valorar razonablemente los aportes científicos y tecnológicos, identificar los riesgos que conllevan y contribuir a la superación de los mismos; propuesta que concuerda con las pertinentes recomendaciones que nos hace Leonardo Boff (2002, 2012) sobre la necesidad del *cuidado* como nuestro modo-de-ser-esencial.

Propósitos afines con lo que sugiere la Unesco (2015) en el texto *Replantear la educación: ¿Hacia un bien común mundial?*, en el cual, siguiendo la línea de trabajos precedentes⁸ y con la firme esperanza en la fuerza transformadora de la educación, propone ir más allá de la alfabetización y la adquisición de competencias básicas para buscar enfoques que propicien un desarrollo sostenible y armónico, el respeto de la diversidad, la equidad, la solidaridad internacional y la responsabilidad compartida.

En relación con estos llamados, recordamos que desde su emergencia la educación en ciencias y específicamente el enfoque *Ciencias, Tecnologías y Sociedad* (CTS), que posteriormente se amplía a *Ciencias, Tecnologías, Sociedad*

⁸ Aprender a ser: la educación del futuro –Informe Faure de 1972– <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001329/132984s.pdf> y La educación encierra un tesoro –Informe Delors de 1996– <http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590so.pdf>

y *Ambiente* (CTS/A), investigan y elaboran propuestas centradas en una enseñanza que promueva el aprendizaje de las ciencias para el ejercicio de una ciudadanía responsable y bien informada. Se pretende que los estudiantes puedan tomar decisiones éticas en relación con las problemáticas del mundo contemporáneo, teniendo en cuenta los conocimientos que aprenden.

Siguiendo la ruta construida por los enfoques CTS y CTS/A, y con el fin de favorecer una enseñanza para el desarrollo de un pensamiento crítico y la formación ético-política de los estudiantes, emerge la propuesta de una enseñanza basada en la discusión de *Asuntos Sociocientíficos* (ASC)⁹ (Sadler y Zeidler, 2005; Solbes, 2013). Una perspectiva que privilegia procesos argumentativos relacionados con los dilemas éticos que se generan en torno a procedimientos y productos de las tecno-ciencias. Por la prioridad dada a los debates, esta propuesta entra en confluencia con la línea que resalta el potencial pedagógico de la enseñanza y el aprendizaje basados en la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2008, 2010).

Respecto a los propósitos formativos de la línea centrada en debates de ASC, para Zeidler, Sadler, Simmons y Howes (2005) «hace falta explorar el poder pedagógico inherente al discurso, a la argumentación razonada, a las consideraciones explícitas sobre la naturaleza de las ciencias, a las conexiones emotivas, de desarrollo, culturales, epistemológico» (p. 359). Pretensiones altamente deseables; no obstante, como lo señala Hodson (2013), son insuficientes porque hoy se requiere posibilitar la participación en prácticas sociopolíticas que sean auténticas, no simuladas y no restringidas al aula.

En coherencia con estos propósitos, consideramos que en nuestro contexto la educación en ciencias está llamada a transitar horizontes pedagógicos que, más allá de una formación para la ciudadanía, se dirigen a lo que Susana Villavicencio (2007) caracteriza como *civilidad*; una opción política cimentada en prácticas de resistencia. Aludimos el no sometimiento al orden dominante, la transgresión a los límites impuestos por la institucionalidad y la construcción de alternativas a las prácticas de sumisión, a lo establecido, naturalizado y no cuestionado.

⁹ Algunos investigadores hablan de asuntos sociocientíficos (ASC). En textos recientes, Hodson (2013) alude a problemas o cuestiones sociocientíficas (PSC) y habla del enfoque educativo basado en este tipo de problemas.

Hacemos referencia a la reivindicación del derecho a tener derechos, a reclamar lo no reconocido, a indignarse y dejar de formar parte del silencio y de las acciones de descuido que atropellan y socaban la existencia y la dignidad de todos los seres. Como alternativa a las políticas científicas, autoritarias, patriarcales y antropocéntricas, buscamos la construcción de resistencia como opción ligada al cuidado y a la compasión por el otro y lo otro.

Este es un llamado a la recuperación de la razón sensible y cordial que conecta cuerpo, mente y corazón, sin desconocer el valor de la razón científica, formal. Se trata de construir espacios que permitan desplegar buenas razones y poner en acción nuestra naturaleza matrística y amorosa (Maturana, 2001) para buscar la armonía y la complementariedad entre el modo-de-ser-trabajo y el modo-de-ser-cuidado (Boff, 2008); entre el *bien-estar* y el *bienser* (Cortina, 2010). Desde este punto de vista, compete a la educación en ciencias abrir espacios a prácticas de resistencia coherentes con una ética planetaria del cuidado, no normativa; una ética en-acción (Varela, 1996).

Por lo anterior, los propósitos que pretendemos privilegiar van en la línea de aportar a la formación sociopolítica que plantea Hodson (2003, 2013), sin embargo, consideramos que esta formación no se puede quedar en un genérico¹⁰, dado que como hemos dicho, tiene orientaciones específicamente caracterizadas por la construcción de resistencia a posturas dogmáticas, acriticas y de sumisión a las dinámicas económicas que prevalecen.

Como lo dice este investigador, se trata de propuestas educativas que desafíen el determinismo tecnológico y que en consecuencia posibiliten el control de las tecnologías y su impacto social y ambiental. En sus palabras, «podemos controlar a los controladores y re-direccionar la tecnología de modo que el impacto ambiental adverso sea substancialmente reducido –si no completamente eliminado–, y que las cuestiones de libertad, igualdad y justicia sean priorizadas a la hora de definir políticas públicas» (Hodson, 2013, p. 9).

¹⁰ Creemos que la propuesta de Hodson (2003, 2013) de apostar por la *politización de la educación*, esto es por una formación política, requiere especificar a qué tipo de formación política nos referimos. Desde nuestro punto de vista, se trata de una formación para la crítica propositiva y las acciones ético políticas que propenden hacia el bien común, por una ética planetaria.

Con estos propósitos en el horizonte, es necesario hacer referencia a las posibles rutas a transitar para alcanzarlos. Se trata de analizar y elegir qué y cómo enseñar para potenciar el aprendizaje de las ciencias y favorecer la configuración de subjetividad ético-política en el sentido que hemos propuesto. Hablamos de travesías complejas y de largo aliento que pueden ser transitadas, entre otras opciones, mediante propuestas pedagógicas que conlleven, no solo la argumentación crítica de problemas sociocientíficos (PSC), sino la puesta en práctica de acciones de cuidado socioambiental en relación con estas problemáticas.

El enfoque basado en problemas sociocientíficos: una opción para el despliegue de la argumentación crítica y las acciones ético-políticas de cuidado y sostenibilidad socioambiental

En concordancia con los propósitos planteados, identificamos propuestas pedagógicas que por su trayectoria se constituyen en condiciones de posibilidad para el logro de los mismos. Entre estas propuestas, son especialmente pertinentes las relacionadas con estudios y experiencias en torno a la argumentación en el aula, en tanto procesos necesarios para una formación anti dogmática, en la crítica y la flexibilidad intelectual; y porque, como lo señala Osborne (2010), la argumentación y el debate son procesos inherentes a la construcción de conocimientos y, por tanto, deben ser privilegiados en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Al hablar de argumentación hacemos referencia al discurso que implica la confluencia de procesos epistémicos de orden cognitivo y metacognitivo, intrapersonal e interpersonal (Leitão, 2011); así como a las prácticas socioculturales relacionadas con la construcción de consensos, disensos, negociaciones, refutaciones, justificaciones, críticas, juicios de valor, validaciones, discusiones, entre otros.

Es de aclarar que nos referimos a la argumentación sustantiva, no formal, que pone en acción nuestra razonabilidad. A diferencia de la argumentación formal que pretende demostrar una «verdad», esta argumentación demanda que ante una determinada cuestión es importante tomar postura, es decir, elegir un *punto de vista* apelando a las *buenas razones* que lo apoyan o sustentan; una elección que se debe hacer teniendo en

cuenta la *pluralidad* de modos de ver o de resolver dicho asunto, así como el *contexto* en el que se argumenta y el *campo* al que pertenecen las razones a las que recurrimos¹¹ (Toulmin, 2006).

El carácter sustantivo, no dogmático, está ligado también a la presencia de *matizadores* o cualificadores modales que acompañan una aseveración o punto de vista, para indicar sus limitaciones o restricciones —por ejemplo, probablemente, presumiblemente, en este caso, desde mi punto de vista...—; así como, al requisito de incluir posibles *refutaciones* al punto de vista elegido y la exigencia de *respaldos* a las razones que apoyan el mismo.

No se trata de la estructura o algoritmo para elaborar argumentos, aludimos a elementos cuya presencia hacen de este la expresión de nuestra razonabilidad y, por tanto, ponen en acción la flexibilidad intelectual, la apertura al cambio; así como, la tolerancia a las incertidumbres, la pluralidad y las diferencias, al tiempo que exigen rigurosidad.

Si bien nuestras formas de razonar no se rigen por modelos estructurales cerrados, conviene que nuestras intervenciones en procesos argumentativos tengan en cuenta no solo los elementos propuestos, sino los requisitos que garantizan su calidad; por ejemplo, coherencia entre los componentes del argumento, pertinencia de cada elemento, necesidad y suficiencia en las informaciones usadas como datos y como justificaciones, credibilidad en los respaldos, entre otros criterios.

Las exigencias y elementos enunciados pueden hacer parte de argumentos sencillos —como los requeridos para proponer la solución a un problema de lápiz y papel, sustentar por escrito la respuesta a una pregunta o para justificar una solicitud o una protesta—; y también son útiles para preparar y apoyar intervenciones en procesos argumentativos complejos que ponen en acción secuencias de argumentos, contraargumentos y respuestas, como sucede en los debates o discusiones.

¹¹ La argumentación sustantiva es dependiente del campo, es decir, las razones varían si se argumenta en el campo de la ética, la física, la genética o las religiones. También es necesario considerar los contextos de argumentación, por ejemplo, el contexto académico disciplinar exige razones que puede ser que no vengan al caso en un debate en el aula de clase.

En relación con la posibilidad de desplegar y favorecer la argumentación crítica en los procesos de enseñanza de las ciencias, acogemos la propuesta curricular y pedagógica del enfoque por problemas, específicamente los de tipo problemas sociocientífico (PSC). Recordamos que se trata de problemas relacionados con conocimientos, procedimientos o productos tecno-científicos, vinculados con dilemas éticos y con implicaciones en lo sociopolítico y económico; por tanto, su debate abarca campos como el científico y de otros saberes; así como lo axiológico y lo afectivo.

Se trata de cuestiones de carácter controversial o polémico que interesan a todas las personas —por ejemplo, los relacionados con ingeniería genética, biotecnología, energía nuclear, la elaboración y ensayo de medicamentos, entre otros—. Por estas características y por estudios que muestran logros (ver por ejemplo los citados en Henao y Palacio, 2013), podemos decir que el uso pedagógico de los PSC tiene gran potencial formativo.

Conviene anotar que este potencial se desperdicia si se atiende solo a la argumentación crítica, con el riesgo de quedarse en formar «críticos de sillón», «preocupados por»; razón por la cual Hodson (2013) exhorta al compromiso ético y sociopolítico de profesores y estudiantes para participar en acciones concretas que propendan por el «cuidado de», en relación con problemas socioambientales de orden local o global.

En aras del equilibrio necesario, para evitar caer en activismos, este investigador privilegia un trabajo pedagógico *basado en problemas* que, a modo de Investigación Acción Participativa (IAP), transite por momentos de reflexión conducente a las acciones y por espacios de profundo examen reflexivo de estas.

La propuesta curricular y pedagógica de Hodson (2003, 2013), implica prácticas reflexivas y, por tanto, sugiere rutas de trabajo que paulatinamente permitan a los estudiantes acercamiento a cuestiones de interés, reflexión sobre estos asuntos para asumir posturas críticas y propositivas así como, la elaboración de compromisos y la puesta en práctica de acciones sociopolíticas y éticas relevantes, enfocadas a las posibles soluciones o modos de afrontar dichas cuestiones.

Este autor propone recorrer niveles de sofisticación o etapas que buscan fortalecer y sustentar adecuadamente las decisiones tomadas y las actuaciones que les dan vida. Teniendo en cuenta que están fuertemente relacionadas y en muchos casos se superponen e incluso puede invertirse el orden, en nuestra propuesta hablamos de fases o momentos que pueden ser transitados paulatinamente, aunque no en estricto orden, hacia el logro de los propósitos pedagógicos planteados y teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes

Así, en un primer momento conviene hacer una aproximación a un asunto que permita a los estudiantes, identificar relaciones entre las ciencias, las tecnologías, la sociedad y el medioambiente (CTS/A). El énfasis pedagógico se pone en la valoración de algunas investigaciones científicas y tecnológicas, y por ende a la comprensión de las formas como la ciencia y la tecnología transforman el mundo y a los sujetos que lo habitamos; y a su vez, cómo los diversos intereses humanos orientan los desarrollos científicos en ciertos campos. En esta fase se pueden trabajar asuntos como el impacto social de grandes inventos técnicos y tecnológicos, así como las ampliaciones de teorías como las de Galileo, Darwin o los estudios sobre genoma humano, entre muchos otros; todo ello acorde con el grado y la edad de los estudiantes.

Una segunda fase está relacionada con la profundización en el análisis sobre un determinado asunto para reconocer y comprender los vínculos entre el desarrollo científico y tecnológico y la distribución de poderes y riqueza en la sociedad. Se busca que los estudiantes identifiquen cómo las decisiones científicas y tecnológicas muchas veces se toman teniendo en cuenta los intereses privados de quienes ostentan poder económico o político en la sociedad. Problemas como el racismo ambiental, el auge de la industria farmacéutica y cosmética, el uso de plaguicidas y la sostenibilidad alimentaria, entre otros, son adecuados para estas reflexiones.

El tercer momento busca favorecer la toma de postura crítica y la elaboración de conclusiones argumentadas de manera adecuada y convincente. Esta fase exige apoyo pedagógico para que los estudiantes construyan conocimiento y desarrollen habilidades y actitudes que les permitan identificar y evaluar, mediante un examen razonable y cordial, las posibles in-

consistencias, contradicciones y debilidades de los diversos puntos de vista, incluido el propio; al tiempo que, desde una postura ética, privilegian lo que es adecuado en términos del bien común, en un contexto y situación dada. Esta fase está relacionada, por ejemplo, con debates argumentados en torno las denominadas energías limpias o al consumismo. En esta fase vienen bien los análisis de aseveraciones del tipo posverdad, como es el caso de «teorías» sobre el cambio climático.

La cuarta fase alude al despliegue de actuaciones responsables y deliberadamente analizadas y elegidas, de modo que de la palabra y la crítica se pase a la acción cooperadora para la protección y el cuidado de todos los seres, la equidad, el respeto y la dignidad, en coherencia con una ética planetaria. Problemas como la explotación minera del oro y otros minerales en nuestras regiones, la privatización de las fuentes de agua y el envenenamiento del aire que respiramos, ameritan prácticas de resistencia política que tengan resonancia y acogida fuera del aula y de la escuela, es decir, que involucren a los estudiantes en iniciativas de comunidades y grupos que, en sinergia con las propuestas pedagógicas, trabajen por la protección de los más desfavorecidos y el cuidado ambiental.

Con el fin de evitar el activismo, es indispensable que las acciones sean planeadas y consensuadas, previendo su urgencia, viabilidad, pertinencia, limitaciones, obstáculos y posible distribución de tareas a realizar. Igualmente, se sugiere una valoración crítica de las prácticas realizadas y elaboración de bases de datos, orientación o rutas de actuación que puedan servir para nuevas experiencias.

A MODO DE CIERRE

La formación crítica en las que están competidas las instituciones educativas, exige que la enseñanza de las disciplinas científicas esté orientada a que los estudiantes, como ciudadanos del presente, apropien y construyan conocimientos que les permitan: contribuciones al cuidado del planeta, cooperación solidaria con sus 'otros', respeto por la pluralidad y la diversidad, y el fortalecimiento de su bienser.

Propuestas como las centradas en cuestiones sociocientíficas son ejemplos de rutas pedagógicas que pueden ser transitadas en la perspectiva de horizontes formativos que orienten las contribuciones de la enseñanza a la configuración de una subjetividad política con orientación crítica, pluralista y emancipadora. Hablamos de travesías posibles, aunque complejas y con limitaciones; procesos que exigen compromiso ético-político y pedagógico de quienes se arriesguen a asumir con sus estudiantes la co-construcción de un mundo propicio y amable para todos los seres con quienes compartimos nuestra existencia y nuestro devenir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boff, L. (2002). *El cuidado esencial: ética de lo humano, compasión por la tierra*. Madrid: Trotta.
- Boff, L. (2008). *La opción – tierra, la solución para la tierra no cae del cielo*. Bilbao: Sal Terrae.
- Boff, L. (2012) *El cuidado necesario*. Madrid: Trotta.
- Cortina, A. (2010) *Por una ética del consumo*. Madrid: Taurus.
- El Espectador. (2015, 9 de abril). La educación que medimos. Recuperado en julio de 2017 de <http://www.elespectador.com/opinion/editorial/educacion-medimos-articulo-554187>.
- Freire, P. (1993/2002) *Pedagogía de la esperanza: un reencontro con la pedagogía del oprimido* (5.ª ed.). México: Siglo XXI.
- Foucault, M. (2007). *La arqueología del saber*. México: Siglo XXI.
- Henao B. L. y Palacio L.V. (2013) Formación científica en y para la civilidad: un propósito ineludible de la Educación en Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9 (1), 134-161.
- Henao, B. L. y Stipcich, S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos con-

- temporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 47-63.
- Hodson, Dereck (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, (25), 645-670.
- Hodson, Dereck (2013). La educación en ciencias como un llamado a la acción. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 7(7), 1-15.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. En: S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based*. Dordrecht (Países Bajos): Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010) *10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Leitão, S. (2011). O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. En: S. Leitao y M. C. Damianovic (Orgs.). *La argumentación en la escuela*. Campinas: Pontes Editores.
- Maturana, H. (2001). Emociones y lenguajes en educación política. *Revista Psikolibro*. Recuperado de: <http://www.systac.cl/emociones.pdf>
- Mejía, M. R. (2011). *Educaciones y pedagogías críticas desde el sur: Cartografías de la educación popular*. Lima: Tarea.
- MEN (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. *Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83-102.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, (328), 463-466.
- Porlán, R. (1998) Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185,

- Rubio, D. (2017). La política de la posverdad. *Política Exterior*, 31(176), 58-67. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/347008913/La-poli-tica-de-la-posverdad>
- Sadler, T. y Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making journal of research. *Journal of Research Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10.
- Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona: Península.
- Toulmin, S. (2006). *Os usos do Argumento*. São Paulo: Martins Fontes.
- Unesco. (2015). *Replantear la educación: ¿Hacia un bien común mundial?* Paris: Ediciones Unesco.
- Varela, F. (1996). *Ética y acción*. Dolmen. Recuperado de http://www.manuelugarte.org/modulos/teoria_sistemica/etica_y_accion.pdf
- Villavicencio, S. (2007). Ciudadanía y civilidad: acerca del derecho a tener derechos. *Colombia Internacional*, (66), 36-51.
- Zeidler, D., Sadler, T., Simmons, M. y Howes, E. (2005). Beyond STS: research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.