

La argumentación en la clase de ciencias

Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad
fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias

Ángel Enrique Romero Chacón / Berta Lucila Henao Sierra / Juan Fernando Barros Martínez



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

En el presente libro se exponen algunos resultados de la investigación titulada «La argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de civilidad», financiada con recursos del patrimonio autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas (Colombia) y desarrollada entre los años 2010 y 2013 con el apoyo de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) y la Escuela de Ingeniería de Antioquia (Envigado, Colombia).

El libro consta de dos partes. En la primera se presenta el referencial teórico y la perspectiva epistemológica que fundamentan la investigación y dan sentido a las propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas. En la segunda parte se detallan los aspectos conceptuales y metodológicos de las diferentes propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas a lo largo de la investigación, así como las potencialidades.

Esperamos que este libro constituya un referente de propuestas que, a modo de caja de herramientas, permita vislumbrar posibles caminos para la problematización de la enseñanza de las ciencias, es decir, para la construcción de nuevos proyectos pedagógicos que, alejados del cientificismo, el dogmatismo y la instrumentación de la enseñanza, posibiliten el tránsito hacia una formación científica civilista.



La argumentación en la clase de ciencias

Aportes a una educación en ciencias en
y para la civilidad fundamentada en reflexiones
acerca de la naturaleza de las ciencias

La argumentación en la clase de ciencias

Aportes a una educación en ciencias en
y para la civilidad fundamentada en reflexiones
acerca de la naturaleza de las ciencias

Editores

Ángel Enrique Romero Chacón
Berta Lucila Henao Sierra
Juan Fernando Barros Martínez

Autores

Ángel Enrique Romero Chacón
Berta Lucila Henao Sierra
Juan Fernando Barros Martínez
Luz Victoria Palacio Mejía
Cristina Restrepo Olaya
James Stevan Arango Ramírez
Juan Fernando Guzmán Restrepo



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

La argumentación en la clase de ciencias: Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias / editores Ángel Enrique Romero Chacón, Berta Lucila Henao Sierra, Juan Fernando Barros Martínez. – 1a ed. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, 2013.

226 p.

ISBN-p: 978-958-8790-97-8

ISBN-e: 978-958-8790-96-1

1. FORMACIÓN CIENTÍFICA 2. ARGUMENTACIÓN 3. EDUCACIÓN EN CIENCIAS 4. PRÁCTICA PEDAGÓGICA 5. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS 6. NATURALEZA DE LA CIENCIA I. Romero Chacón, Ángel Enrique, ed. II. Henao Sierra, Berta Lucila, ed. III. Barros Martínez, Juan Fernando, ed. IV. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación V.COLCIENCIAS

CDD 372.35



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Medellín, Colombia

www.udea.edu.co

Rector: Alberto Uribe Correa

Vicerrector de Investigación: Fanor Mondragón Pérez

Decano de la Facultad de Educación: Carlos Arturo Soto Lombana



COLCIENCIAS

www.colciencias.gov.co

© Angel Enrique Romero Chacón

Berta Lucila Henao Sierra

Juan Fernando Barros Martínez

Luz Victoria Palacio Mejía

Cristina Restrepo Olaya

James Stevan Arango Ramírez

Juan Fernando Guzmán Restrepo

© Universidad de Antioquia, Facultad de Educación

ISBN-p: 978-958-8790-97-8

ISBN-e: 978-958-8790-96-1

Primera edición: Noviembre de 2013

Corrector de estilo: Jorge Alberto Vásquez González

Diagramación e impresión: Editorial Artes y Letras S.A.S.

Este libro es resultado de la investigación titulada «La argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de civilidad» (Colciencias, código 111552128678), financiada con recursos del patrimonio autónomo Fondo Nacional de Financiarmiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas (Colombia) y ejecutada entre los años 2010 y 2013 por la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), con el apoyo de la Escuela de Ingeniería de Antioquia (Enviado, Colombia).

Impreso y hecho en Colombia / Printed and made in Colombia

Prohibida la reproducción sin autorización escrita de la Universidad de Antioquia, Facultad de Educación

El contenido de la obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos contenidos en la obra, así como la eventual información sensible publicada en ella.

A Nicolás y David.

No se puede desatar un nudo
sin saber cómo está hecho.
-Aristóteles.

Contenido

Presentación	13
Parte 1 Fundamentación teórica	19
Capítulo 1 Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias.....	23
Capítulo 2 Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza: el caso de la experimentación en la clase de ciencias.....	71
Parte 2 Implementaciones pedagógicas	99
Capítulo 3 Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de las discusiones sobre la explotación minera del oro como un asunto sociocientífico.....	103
Capítulo 4 La experimentación cualitativa y exploratoria como escenario de procesos argumentativos en la enseñanza de las ciencias.....	131
Capítulo 5 La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de las ciencias.....	167
Anexos	211
Anexo 1 El modelo argumental de Toulmin (MAT).....	213
Anexo 2 Características y criterios de rigurosidad de los argumentos.....	217
Anexo 3 Evaluación de la argumentación científica en el salón de clases: protocolo de observación.....	219
Anexo 4 Actos del proceso de aprendizaje.....	227

Tabla 1.1. ¿En qué niveles de escolaridad, edades y campos de saber es pertinente propiciar la argumentación en el aula?.....	51
Tabla 1.2. Situaciones pedagógicas deliberadamente construidas para propiciar la argumentación y la construcción de conocimiento.....	53
Tabla 2.1. Clasificación de enunciados según Latour & Woolgar (1995)	87
Tabla 2.2. Situaciones pedagógicas para propiciar reflexiones acerca de la NdC a través de la argumentación	94
Tabla 4.1. Componentes constitutivos del MAT.....	136
Tabla 4.2. Actividades pedagógicas desarrolladas.....	146
Tabla 5.1. Marcadores del discurso para el análisis del proceso argumentativo.....	176
Tabla 5.2. Marcadores del discurso para el análisis de actos de habla a partir de la pragmatialéctica.....	177
Tabla 5.3. Fragmento de la transcripción de la sesión 3b (2010).....	185
Tabla 5.4. Fragmento de la transcripción de la sesión 4 (2012).....	187
Tabla 5.5. Fragmento de la transcripción de la sesión 9 (2012).....	190
Tabla 5.6. Marcadores del discurso para las declaraciones de los estudiantes de la sesión 3b (2010) (tabla 5.3.).....	194
Tabla 5.7. Marcadores del discurso para las declaraciones de los estudiantes de la sesión 4 (2012) (tabla 5.4.).....	196
Tabla 5.8. Marcadores del discurso para el análisis del proceso de aprendizaje.....	197
Tabla 5.9. Marcadores del discurso para las declaraciones de los estudiantes en la sesión 3b (2010).....	200
Tabla 5.10. Marcadores del discurso para las declaraciones de los estudiantes en la sesión 4 (2012).....	202
Tabla 5.11. Marcadores del discurso para las declaraciones de los estudiantes en la sesión 9 (2012).....	204

Índice de figuras e imágenes

Figura 1.1. Una perspectiva epistemológica moderada: el valor de los lenguajes y específicamente de la argumentación en la construcción de conocimientos	32
Figura 1.2. La educación en ciencias como apropiación de la cultura científica para sustentar acciones de civilidad.....	36
Figura 1.3. Relaciones entre argumentación y procesos epistémicos	41
Figura 1.4. Razonabilidad como concepto que permite tomar distancia del dogmatismo científicista y aceptar los rasgos sociológicos de la construcción de conocimiento	45
Figura 3.1. Acerca de los posibles vínculos entre las diferentes perspectivas teóricas que fundamentan la investigación y la propuesta pedagógica	107
Imagen 3.1. Video prohibido en la televisión colombiana: algunos datos claves	111
Imagen 3.2. Estudiantes viendo el video y resolviendo el cuestionario sobre la minería.....	111
Imagen 3.3. Documental «Choropampa: el precio del oro»	112
Imagen 3.4. Reportaje «Choropampa: el precio del oro. Ocho años después»	112
Imagen 3.5. Estudiantes preparando y participando en videoforo de discusión	113
Imagen 3.6. Portada del artículo sobre la minería en Antioquia	114
Imagen 3.7. Video «La minería en Colombia».....	114
Imagen 3.8. Estudiantes participando en el debate.....	116
Figura 3.2. Aspectos importantes de la argumentación sustantiva: retos y propósitos de la educación en ciencias en relación con la construcción de civilidad.....	117
Figura 4.1. Diseño metodológico para la recolección de información	144

Figura 4.2. Red de categorías de análisis	149
Imagen 4.1. Participantes del seminario-taller Experimentación de tipo cualitativo	151
Imagen 4.2. Participantes construyendo indicadores.....	154
Figura 4.3. Presencia de aseveraciones sustantivas	156
Imagen 4.3. Participante utilizando un indicador	158
Figura 5.1. Interacciones en la sesión 3b (2010)	179
Figura 5.2. Interacciones en la sesión 4 (2012).....	180
Figura 5.3. Interacciones en la sesión 7 (2012).....	180
Figura 5.4. Interacciones en la sesión 8 (2012).....	181
Figura 5.5. Interacciones en la sesión 9 (2012).....	181
Figura 5.6. Gráfico resumen de las participaciones en las sesiones	182
Figura 5.7. Elementos del proceso argumentativo identificados en las declaraciones de la sesión 3b (2010)	184
Figura 5.8. Elementos del proceso argumentativo identificados en las declaraciones de la sesión 4 (2012)	186
Figura 5.9. Elementos del proceso argumentativo identificados en las declaraciones de la sesión 9 (2012)	188
Figura 5.10. Marcadores del proceso argumentativo según el protocolo ASAC. Número de identificaciones	189
Figura 5.11. Etapas de la discusión crítica en la sesión 3b (2010).....	193
Figura 5.12. Etapas de la discusión crítica en la sesión 4 (2012).....	193
Figura 5.13. Etapas de la discusión crítica en la sesión 9 (2012).....	193
Figura 5.14. Marcadores en la sesión 3b (2010) según las reglas de la pragmadialéctica.....	193
Figura 5.15. Marcadores en la sesión 4 (2012) según las reglas de la pragmadialéctica.....	195
Figura 5.16. Actos del proceso de aprendizaje en la sesión 3b (2010).....	198
Figura 5.17. Actos del proceso de aprendizaje en la sesión 4 (2012).....	201
Figura 5.18. Actos del proceso de aprendizaje en la sesión 9 (2012).....	203
Figura 5.19. Actos del proceso de aprendizaje en las cinco sesiones.....	204

Presentación

La complejidad inherente a la labor que afrontan los profesores de ciencias naturales implica entender su papel como sujetos culturales que contribuyen con la formación de niños, adolescentes y jóvenes. Este reconocimiento se concreta en lo que podemos considerar como propósitos de la educación en ciencias: Posibilitar la apropiación crítica de las disciplinas científicas y, al mismo tiempo, propiciar una formación civilista de los estudiantes. Estos propósitos se constituyen en un reto que señala la urgencia de problematizar la enseñanza de las ciencias.

Aludir a esta problematización conlleva una significación de la enseñanza como acontecimiento socio-cultural complejo y exige en concordancia la configuración de propuestas pedagógicas que pongan límite o al menos contengan la primacía de tradiciones ancladas en la trasmisión acrítica de "verdades", así como el auge de tendencias educativas que, con el discurso de la competitividad y la homogenización, marcan un círculo de retorno a dichas tradiciones. Se trata de tomar distancia de prácticas pedagógicas hegemónicas que privilegian el dogmatismo cientificista y, por consiguiente, de transitar hacia una enseñanza que potencie la apropiación y el uso crítico del saber científico y de otros conocimientos; que fomente el aprender a argumentar y a actuar de forma razonable; que haga posible, en síntesis, la construcción de espacios para una formación científica en y para la civilidad. Asunto pedagógico que implica necesariamente una problematización del saber y una reflexión sobre las ciencias.

Defendemos, en este sentido, una enseñanza de las ciencias que cuestione lo que aparece como evidente, estable y "verdadero", considere el carácter socio-cultural de la dinámica científica y de su enseñanza, indague las relaciones entre el saber y el poder inherentes a la construcción de conocimientos, explicita los vínculos de las ciencias con los ámbitos político, económico y ético, reconozca el carácter no neutral del trabajo científico como actividad cultural y, por lo tanto, de modo deliberado, afronte el carácter sociopolítico de la educación en ciencias y la necesidad de tomar postura frente a la formación a la que es deseable contribuir.

En este marco general de problematización de la enseñanza de las ciencias se ubica el presente libro. En él se presentan algunos resultados de la investigación en el campo de la educación en ciencias titulada «La argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de civilidad» (Colciencias, código 111552128678), financiada con recursos del patrimonio autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas (Colombia) y desarrollada entre los años 2010 y 2013 con el apoyo de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) y la Escuela de Ingeniería de Antioquia (Envigado, Colombia).

La investigación tuvo los siguientes objetivos: Proponer, a partir del uso de análisis históricos y epistemológicos de las ciencias, categorías de análisis y significados conceptuales que permitieran comprender los procesos discursivos y argumentativos en la educación en ciencias; diseñar e implementar propuestas pedagógicas que privilegiaran la actividad discursiva y argumentativa en las clases de ciencias, como estrategia de construcción de conocimiento científico y formación en y para la civilidad; identificar algunos presupuestos sobre la actividad discursiva y argumentativa en actividades investigativas de aula, con miras a establecer condiciones de posibilidad y criterios de acción en la enseñanza de las ciencias como proceso de construcción conocimiento científico y de civilidad.

El libro consta de dos partes. En la primera se presenta el referencial teórico y la perspectiva epistemológica, que fundamentan la investigación y dan sentido a las propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas. Esta parte tiene dos capítulos: capítulo 1: «Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias»; capítulo 2: «Reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias como fundamento de propuestas de enseñanza: el caso de la experimentación en la clase de ciencias».

El capítulo 1 introduce al lector en asuntos que enfatizan la necesidad y viabilidad de la construcción de propuestas de enseñanza inscritas en los aportes teóricos de investigaciones en el campo de la educación en ciencias y que se interesan en indagar las relaciones entre las ciencias, la tecnología y la sociedad, haciendo especial énfasis en la importancia de la argumentación en la construcción de conocimientos y en la línea que privilegia el estudio de los asuntos sociocientíficos (ASC) en las clases de ciencias. A modo de aporte central, este capítulo presenta algunos aspectos importantes de las propuestas pedagógicas analizadas, resaltando

sus potencialidades, los requerimientos que les son inherentes, así como las posibles limitaciones en el camino hacia el logro de una formación científica con horizonte civilista.

En el capítulo 2 se profundiza en la perspectiva epistemológica de carácter socio-cultural que fundamenta la investigación, tomando como base de análisis algunas consideraciones y debates acerca de la naturaleza de las ciencias (NdC), surgidos de reflexiones de la Historia, la Filosofía y la Sociología de las Ciencias. Se enfatiza en este análisis la importancia de centrar la atención en el carácter social y discursivo del conocimiento científico, toda vez que se quiera diseñar e implementar propuestas en la enseñanza de las ciencias. Se discuten en particular algunos aportes de reflexiones acerca de la NdC que contribuyen a consolidar una perspectiva en torno a la relación entre la teoría y la experimentación acorde con una mirada socio-cultural tanto de la actividad científica como de su enseñanza y que permiten fundamentar teóricamente algunas de las propuestas pedagógicas que aquí presentamos.

En la segunda parte se detallan los aspectos conceptuales y metodológicos de las diferentes propuestas pedagógicas diseñadas e implementadas a lo largo de la investigación, así como las potencialidades. Esta parte tiene tres capítulos: capítulo 3: «Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de las discusiones sobre la explotación minera del oro como un asunto sociocientífico»; capítulo 4: «La experimentación cualitativa y exploratoria como escenario de procesos argumentativos en la enseñanza de las ciencias»; capítulo 5: «La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de las ciencias».

El capítulo 3 presenta una propuesta pedagógica dirigida a estudiantes de nivel medio, surgida y fundamentada en un trabajo de investigación (tesis) del programa de maestría en Educación, en la línea de Educación en Ciencias Naturales, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). En el texto se discuten algunas de las actividades pedagógicas propuestas, así como el referencial teórico que las sustenta y desde el cual se construyen la interpretación de los hallazgos y la narrativa que les da vida. Se incluye, igualmente, información sobre el potencial de esta propuesta en aspectos relacionados con una formación sociopolítica civilista.

En el capítulo 4 se presenta otra propuesta pedagógica, esta vez dirigida a profesores de ciencias en ejercicio, igualmente surgida y fundamentada en otro trabajo de investigación (tesis) del programa

de maestría en Educación mencionado. Se trata en particular de un estudio que se ocupa del potencial pedagógico de una propuesta de enseñanza que pone en diálogo la experimentación y la argumentación en relación con la construcción de conocimiento, al mismo tiempo que se centra en la importancia de las discusiones sobre la naturaleza de las ciencias en el ámbito de la formación de profesores de ciencias.

En el capítulo 5 se discute una propuesta de enseñanza de las ciencias, orientada a ingenieros en formación, diseñada y fundamentada en una tesis doctoral del programa de doctorado en Educación, en la línea de Educación en Ciencias Naturales, de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). En el texto se analiza el discurso de aula en un curso de ingeniería mediante tres vías: elementos del proceso argumentativo (de acuerdo con el protocolo ASAC), actos de habla de la discusión crítica (según las reglas de la pragmatialéctica) y actos del proceso de aprendizaje. Se presentan los resultados de estos análisis desde el enfoque del interaccionismo simbólico destacando la relación entre los marcadores del discurso de estas tres vías de análisis.

Es de resaltar que la lectura del libro no implica linealidad y orden estricto de los capítulos; por el contrario, el lector podrá elegir el texto que le interese o la secuencia en que quiera hacer su lectura, dado que cada capítulo da cuenta del referencial teórico que lo sustenta, los aspectos metodológicos de la investigación, así como los asuntos pedagógicos implicados en las propuestas.

Esperamos que este libro constituya un referente de propuestas que, a modo de caja de herramientas, permita vislumbrar posibles caminos para la problematización de la enseñanza de las ciencias, es decir, para la construcción de nuevos proyectos pedagógicos que, alejados del cientificismo, el dogmatismo y la instrumentación de la enseñanza, posibiliten el tránsito hacia una formación científica civilista.

Este libro no hubiera sido posible sin la colaboración y apoyo de varias personas e instituciones. Queremos expresar nuestro agradecimiento a los profesores Luz Victoria Palacio (Universidad de Antioquia) y Óscar Eugenio Tamayo Alzate (Universidad de Caldas) por sus valiosos aportes en las distintas discusiones y conversatorios sostenidos en su calidad de Asesores Nacionales de la investigación. También queremos reconocer el importante papel que desempeñaron los profesores Cristina Restrepo Olaya, Juan Fernando Guzmán y James Stevan Arango, en aquel momento

estudiantes de posgrado en formación y hoy magísteres en Educación, en la línea de Educación en Ciencias Naturales, quienes desarrollaron sus trabajos de investigación (tesis) en el marco de esta investigación. Asimismo, agradecemos los aportes de las estudiantes de maestría —también profesoras— Sandra Patricia Mesa y Erika Natalia Seña, como de las profesoras Yesenia Quiceno Serna y Alejandra Vélez, quienes con su investigación de maestría y de pregrado, respectivamente, contribuyeron con el trabajo que aquí presentamos. A las estudiantes de pregrado Yesenia Quiceno Serna y Alexandra Urrego expresamos nuestra gratitud por su desempeño como auxiliares de investigación y su diligente soporte logístico y académico.

Finalmente, hacemos un especial reconocimiento a la Universidad de Antioquia y la Escuela de Ingeniería de Antioquia por el apoyo proporcionado durante toda la investigación.