

**HACIA UNA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD: LA
ARGUMENTACIÓN EN EL CONTEXTO DE DISCUSIONES SOBRE LA
EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO COMO ASUNTO SOCIOCIENTÍFICO**

JAMES STEVAN ARANGO RAMIREZ

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MEDELLÍN

2012

**HACIA UNA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD: LA
ARGUMENTACIÓN EN EL CONTEXTO DE DISCUSIONES SOBRE LA
EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO COMO ASUNTO SOCIOCIENTÍFICO**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN EDUCACIÓN**

JAMES STEVAN ARANGO RAMIREZ

ORIENTADORES:

BERTA LUCILA HENAO SIERRA

ÁNGEL ENRIQUE ROMERO CHACÓN

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN AVANZADA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA MEDELLÍN

2012

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**HACIA UNA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD: LA
ARGUMENTACIÓN EN EL CONTEXTO DE DISCUSIONES SOBRE LA
EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO COMO ASUNTO SOCIOCIENTÍFICO**

James Stevan Arango Ramírez

Orientadores: Berta Lucila Henao Sierra, Ángel Enrique Romero Chacón

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín

2012

AGRADEZCO...

A Dios, por su presencia en todo momento, a las personas e instituciones a quienes debo la posibilidad de construir esta tesis:

A la Dra. Berta Lucila Henao Sierra y al Dr. Ángel Enrique Romero Chacón, por sus invaluable aportes, su apoyo incondicional, su acompañamiento, sus enseñanzas y orientaciones precisas y por el afecto y la confianza que me han permitido superar las dificultades.

A la profesora Luz Victoria Palacio Calle, a quien considero también mi asesora, a quien le debo la apropiación de aspectos relacionados con la civilidad y las expresiones de resistencia

A la Universidad de Antioquia, la Facultad de Educación, al Programa de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencia Naturales y Educación Ambiental y al Departamento de Educación Avanzada.

Al Grupo ECCE y a COLCIENCIAS por la acogida en el macro proyecto “La Argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de ciudadanía”.

Al Centro Formativo de Antioquia, a la Profesora Lucila Medina de Rivas y a mis estudiantes de Ciencias Química, en especial a, Valentina Velásquez, Diana Elisa Arango, Estefanía Arredondo, Isabel Pérez, Lorena Agudelo, Alejandra García, Paula Pedroza, Winny Zambrano, Yesenia Castaño y las demás quienes participaron activamente de las actividades propuestas.

A mis amigos(as) y colegas de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Carolina Tamayo Osorio, Carlos Andrés Botero Vargas, Juan Fernando Guzmán, Cristina Restrepo, Yadira Marcela Mesa, Jaime Andrés Carmona Mesa, Luz

Stella Mejía, Marta Luz Ramírez, Diana Victoria Jaramillo Quiceno, Lucia Zapata, Beatriz Cardona Yepes, Dayro Quintero Lopes, Juan Felipe Garcés, Andrés Runge Peña, Alberto Echeverri y Beatriz Nicholls, por su sabia solidaridad en este trasegar.

A los profesores(a)s María Mercedes Jiménez de la Universidad de Antioquia, Oscar Eugenio Tamayo de la Universidad de Caldas, Edwin García de la Universidad del Valle, profesora Clara Chaparro de la UPN y profesora Selma Leitão de la Universidad de Pernambuco – Brasil, por sus inmensos aportes.

A mis auxiliares administrativos de la Sección de Medios de la Facultad de Educación.

A toda mi familia y amigos, que han comprendido mis ausencias estos últimos años...

RESUMEN

Este trabajo de investigación pretende mostrar cómo es posible contribuir con una formación científica en y para la civilidad. Desde una perspectiva teórica centrada en el estudio de la argumentación sobre Asuntos Sociocientíficos, puesta en relación con los retos que hoy afronta la Educación en Ciencias, presentamos una propuesta pedagógica de formación sociopolítica que incentiva la argumentación informada de las estudiantes que debaten en torno a la explotación minera.

Esta investigación se realizó en el Centro Educativo Formativo de Antioquia. La pregunta de investigación que nos convocó fue: *¿Cuáles son las contribuciones de una propuesta pedagógica de formación sociopolítica a la formación científica y en civilidad de los estudiantes?* Así, nuestro objetivo de investigación: Identificar contribuciones de una propuesta pedagógica de formación sociopolítica a la formación científica y en civilidad de los estudiantes.

El estudio está anclado en una perspectiva sociocultural de la educación en ciencias, a partir del paradigma cualitativo de investigación, como un estudio de caso interpretativo. Para la producción de registros y datos realizamos con las estudiantes una serie de actividades pedagógicas que incentivaban la argumentación y la crítica en torno a un Asunto Sociocientífico –ASC–, dichas actividades fueron grabadas, narradas y fotografiadas en una serie de visitas a la Institución Educativa. El análisis de los registros y datos producidos lo realizamos desde dos macro categorías y cuatro categorías con sus respectivas subcategorías.

En relación con los resultados obtenidos en esta investigación presentamos cómo, además de aportar al desarrollo del pensamiento crítico, atender al llamado de Derek Hodson hacia una formación sociopolítica en las clases de ciencias, en el contexto de la argumentación sociocientífica permite tanto la construcción y apropiación de conocimiento como la construcción de civilidad, a partir de las reflexiones de las estudiantes sobre la naturaleza de las ciencias.

Palabras-clave: Formación científica, Formación en civilidad, Formación Sociopolítica, Educación en Ciencias, Argumentación, Asuntos Sociocientíficos, Resistencia.

ABSTRACT

This research aims to show how you can contribute to a scientific and civility. From a theoretical perspective focused on the study of argumentation about socioscientific issues set in relation to the challenges currently facing the Science Education, we present a pedagogical sociopolitical education argument encourages students informed of the debate around the mining.

This research was conducted in the Formative Education Center of Antioquia. The research question that we called was: What are the contributions of a pedagogical sociopolitical education and scientific formation of students in civility? Thus, our research objective: Identify contributions of a pedagogical sociopolitical action and scientific education of students in civility.

The study is anchored in a sociocultural perspective of science education, from qualitative research paradigm as an interpretive case study. For the production of records and information to the students conducted a series of educational activities, which used to encourage argument and criticism about a socioscientific Subject-ASC-, these activities were recorded, narrated and photographed in a series of visits to the school. The analysis of the records and make the data produced from two macro categories and four categories and their respective subcategories.

From the results obtained in this research infer how, in addition to contributing to the development of critical thinking, heed the call of Derek Hodson towards a socio-political formation in science classes in the context of argumentation sociocientífica allows both the construction and ownership of knowledge as construction of civility, from the reflections on the nature of science in the classroom.

Key words: Scientific Education, civility, Sociopolitical Education, Science Education, Argumentation, Socioscientific Issues, Resistance.

CONTENIDO

1. A MODO DE PRESENTACIÓN: LA ARGUMENTACIÓN COMO DISCURSO POTENCIADOR DE UNA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD	11
2. LA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA CIVILIDAD COMO RETO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.1. Acerca de la problemática actual y la justificación de nuestra propuesta.....	15
2.2. Pregunta de investigación	18
2.3. Objetivos de la Investigación.....	19
2.3.1 Objetivo general	19
2.3.2 Objetivo específico.....	19
3. A PROPOSITO DE NUESTRO REFERENCIAL TEÓRICO Y CONCEPTUAL ...	20
3.1. Los aportes de la perspectiva toulminiana a la enseñanza de las ciencias.....	22
3.2. Contribuciones de la línea de aprendizaje como argumentación a la Educación en Ciencia	24
3.3. Un currículo para la formación sociopolítica: aportes de Derek Hodson a la Educación en Ciencias	28
3.4. Las discusiones sobre asuntos sociocientíficos como contexto para incentivar la argumentación en la clase de ciencias	33
3.5. Formación ciudadana para la civilidad	38
3.6. El impacto de la explotación minera del oro en el ambiente como un dilema sociocientífico en el contexto colombiano.....	45
4. RUTA METODOLÓGICA	50
4.1 La perspectiva elegida: estudio de caso interpretativo	51
4.2 El caso a estudiar: grupo de estudiantes de decimo grado que discute sobre la minería del oro como un asunto sociocientífico	52
4.3 Categorías de análisis: Un punto de partida para la interpretación de los argumentos de las estudiantes	55
4.3.1. Formación científica.....	56
4.3.1.1. Hacia una construcción de conocimiento.....	56
4.3.1.2. Hacia una apropiación del conocimiento	57
4.3.1.2.1. Puntos de vista sustentados en las Ciencias Naturales.....	58
4.3.1.2.2. Puntos de vista sustentados en las Ciencias Sociales.....	58

4.3.2. Formación en y para civilidad	58
Como lo señalan	59
4.3.2.1. Reflexiones sobre la ciencia	59
4.3.2.2. Hacia la construcción de civilidad: expresiones de resistencia	59
5. ANÁLISIS Y HALLAZGOS	61
5.1 Construcción de conocimiento: justificación y matización de los puntos de vista	61
5.2. Hacia una formación en y para la civilidad	77
5.2.1. Reflexiones críticas sobre la ciencia	78
5.2.2 Expresiones de resistencia.....	82
6. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DE TRABAJO	90
6.1 La formación y los aprendizajes como asuntos subyacentes a los discursos de las estudiantes.....	91
6.2 Algunas contribuciones de la propuesta pedagógica a la formación	91
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIACAS	95
8. ANEXOS	100
8.1. Protocolo ético	100
8.2 Propuesta pedagógica.....	104
8.3 Algunas fundamentaciones de orden teórico para el análisis de los datos y registros producidos	120

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Ubicación de de los municipios de Remedios y Segovia-Antioquia</i>	47
<i>Ilustración 2: Síntesis del marco teórico</i>	50
<i>Ilustración 3: Cuestionario, 23 de agosto 2011</i>	89
<i>Ilustración 4: En relación con la propuesta de Hodson</i>	105
<i>Ilustración 5: formación en civilidad</i>	106
<i>Ilustración 6: Algunas imágenes del Video “prohibido en la televisión colombiana”</i>	109
<i>Ilustración 7: Cuestionario para la actividad 1. Ejemplo de una de las respuestas de las estudiantes al cuestionario</i>	110
<i>Ilustración 8: Documental Choropanpa: El precio del oro</i>	112
<i>Ilustración 9: Imágenes del reportaje “Choropampa: ocho años después”</i>	113
<i>Ilustración 10: Imagen de la portada del artículo sobre la minería en Antioquia</i>	115
<i>Ilustración 11: Imágenes del video: “Minería en Colombia”</i>	116
<i>Ilustración 12: Del lado gris del oro: la contaminación de mercurio en el norte de Colombia</i>	117
<i>Ilustración 13: La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal</i>	118
<i>Ilustración 14: Ley 685 de 2001 del código de minas</i>	119
<i>Ilustración 15: Ley 685 de 2001 1382 de 2010 del código de minas</i>	119
<i>Ilustración 16: Portada revista Semana</i>	120
<i>Ilustración 17: MAT, basado en los aportes de Toulmin (1958), Toulmin & Janik (1984)</i>	121
<i>Ilustración 18: Caracterización de los elementos del MAT (Henao, 2010, p 237)</i>	122

1. A MODO DE PRESENTACIÓN: LA ARGUMENTACIÓN COMO DISCURSO POTENCIADOR DE UNA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA LA CIVILIDAD

Nuestro Trabajo de Investigación se inscribe en la Línea de investigación del grupo ECCE y hace parte de los desarrollos del proyecto de investigación *La Argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de ciudadanía* (Colciencias, Cod. 111552128678), financiado con recursos de El patrimonio Autónomo Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, Francisco José de Caldas.

Tomamos como fundamentación epistemológica la perspectiva de Stephen Toulmin y acogemos algunos aportes de investigadores relacionados con la Línea de *aprendizaje como argumentación*: (Kuhn, 1992, 1993; Candela, 1999; Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 2000; Driver, Newton & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre, & Díaz de Bustamante, 2003; Erduran, Simon & Osborne, 2004, Henao y Stipcich, 2008, Jiménez-Aleixandre, 2010, entre otros) y de la propuesta curricular para una *formación sociopolítica* en la clase de ciencias de Derek Hodson (2003; 2004). Nuestro Trabajo de Investigación, se ha preocupado por aportar a la formación científica para la civilidad desde la educación en ciencia, por medio de la participación de un grupo de estudiantes en actividades discursivas de argumentación y de construcción del conocimiento de debates y discusiones en torno al Asunto sociocientífico: “el impacto de la explotación minera del oro en el ambiente”.

Nuestro estudio centra su atención en la identificación y comprensión de algunos enunciados contruidos por un grupo de estudiantes de nivel medio, cuando se ven abocadas a presentar su punto de vista respecto a la problemática en cuestión. Para incentivar la construcción de argumentos, implementamos una serie de actividades pedagógicas, como parte de una propuesta en la que fomentamos los debates y discusiones argumentadas e informadas, estas actividades, permiten el uso de conocimientos, tanto de las Ciencias Naturales como de las Ciencias Sociales, para sustentar sus posturas.

En particular, nos interesamos por analizar los enunciados relacionados con argumentos sustantivos y sus elementos constitutivos, tales como el uso de calificadores modales y refutaciones, en relación con la razonabilidad y el respeto por otros puntos de vista; también resaltamos el uso de ejemplos, contraejemplos, analogías y preguntas, en los argumentos y contraargumentos que construyen los estudiantes cuando participan en debates y discusiones.

En los análisis resaltamos las contribuciones de nuestra propuesta pedagógica a la formación científica en y para la civilidad. Dichas contribuciones son examinadas a la luz de las consideraciones de algunos autores que vienen investigando sobre los denominados Asuntos sociocientíficos –ASC–, así como por los aportes y concepciones de la perspectiva sobre la ética cívica de Adela Cortina (1997; 2003), además de la articulación del concepto de ciudadanía al de civilidad propuesto por Susana Villavicencio (2007), los cuales relacionamos a la propuesta de formación sociopolítica de Hodson (2003; 2004).

La propuesta pedagógica de este trabajo se desarrolla en el Centro formativo de Antioquia –CEFA– de Medellín, con estudiantes de edades entre los 15 y 17 años pertenecientes al grupo Ciencias Químicas –10CQ2–, quienes participaron en una serie

de actividades argumentativas entorno al ASC “el impacto de la explotación minera del oro en el ambiente”.

Para poder asumir postura frente a este asunto, se ha compartido con las estudiantes una serie de información de las cuales se espera que sustenten su puntos de vista. En estas fuentes de información se incluyen en textos como videos, artículos de investigación, artículos de revista, noticias y documentos del estado, como por ejemplo los “Códigos de Minas”.

Para los análisis de los enunciados y con el fin de lograr los objetivos de investigación, se adaptaron los retos para la educación en ciencia propuestos por Hodson (2003, 2004) sobre: hacer ciencia, aprender ciencia y aprender sobre ciencia; estos mismos serán utilizados como categorías de análisis que resignificamos en relación con la argumentación sustantiva, los procesos epistémicos en la construcción de conocimiento y las reflexiones sobre la *Naturaleza de las Ciencias* –NdeC– en el aula.

Entre los resultados del análisis de algunos enunciados, encontramos una tendencia importante hacia la argumentación sustantiva en las posturas de las estudiantes. Aunque el uso de conocimientos y datos científicos no fue tan frecuente, ni tuvo el nivel de adecuación que se pretende, nos parecen relevantes algunas consideraciones sobre la naturaleza de la ciencia y reflexiones de tipo ético-políticas, ético-científicas y relaciones que establecen las estudiantes de la actividad científica como un proceso social; lo anterior, en relación con los niveles de sofisticación propuestos por Hodson (2004) para la formación sociopolítica; niveles que para nosotros tienen estrecha relación con la propuesta de formación científica en y para la civilidad.

En relación con lo anterior, reconocemos algunos aportes mencionados por los autores citados en nuestro marco teórico, que estudian la argumentación y el uso de los ASC en

la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, que consideramos complementarios a la formación en ciencia y civilidad que permiten la posibilidad tanto de construir como apropiarse conocimiento, al tiempo que se desarrolla el pensamiento crítico y reflexivo, motiva a tener una visión positiva sobre la ciencia fomentando el interés por aprenderla, por leer sobre ella; en ese sentido, por informarse sobre las problemáticas actuales que se relacionan con la actividad científica.

De acuerdo con algunos de nuestros hallazgos, respecto a los discursos de las estudiantes, podemos decir que un currículo de formación sociopolítica en el contexto de estudio sobre ASC, con un enfoque argumentativo incentiva el reconocimiento de las relaciones de la ciencia con las esferas económicas, sociales, políticas, y ético morales.

Respecto a algunas contribuciones de la propuesta pedagógica a la formación científica en y para la civilidad, consideramos que la discusión y el debate sobre esta cuestión sociocientífica ha contribuido al desarrollo del pensamiento crítico y a aprender ciencia, así como a hacer y aprender sobre la ciencia, desde una perspectiva humanista de la ciencia.

Otras contribuciones, tienen que ver, con las posibilidades que tienen las estudiantes de reflexionar críticamente sobre una problemática que se ha convertido en un dilema y una controversia social de interés global y particularmente en la actualidad en el contexto colombiano.

En relación con el llamado de Hodson (2003; 2004) a que los estudiantes no sean solo “críticos de sillón”, consideramos que un enfoque de la propuesta pedagógica dirigida a la configuración de espacios de resistencia incentiva que los estudiantes luchen por reivindicaciones sociales y, en ese sentido, construyan propuestas civilistas para la resolución de problemas.

2. LA FORMACIÓN CIENTÍFICA EN Y PARA CIVILIDAD COMO RETO DE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Acerca de la problemática actual y la justificación de nuestra propuesta

Con base en perspectivas epistemológicas contemporáneas, en las tres últimas décadas se viene consolidando en la Educación en ciencias una línea de estudios sobre la construcción de conocimiento en el aula de ciencias, en la que se privilegia el papel del lenguaje y la argumentación en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En el marco de dicha línea de investigación, este trabajo de investigación acoge aportes de Stephen Toulmin (1977, 2003), tal como lo señalan Henao y Stipcich (2008), concerniente al reconocimiento del carácter representacional y cultural de la ciencia y la correspondiente toma de distancia de las perspectivas dogmáticas, científicistas y racionalistas que han caracterizado las miradas positivistas de las disciplinas científicas.

La opción de reconocer la importancia del lenguaje y la argumentación para la construcción, justificación y valoración del conocimiento, así como para su socialización y discusión, implica alejarse de la forma tradicional de enseñar ciencia limitada a transmitir y acumular conocimientos para ser evaluados (Henao y Stipcich, 2008).

Al respecto, Sanmartí, Izquierdo y García (1999) defienden que el reto actual de la clase de ciencias no es tanto transmitir información sino enseñar a utilizarla, a establecer relaciones entre informaciones aparentemente dispares y en especial, a enseñar a comunicar nuestras ideas e interpretar las expresadas por los demás.

Así mismo, Hodson (2004, p 2) considera que “lamentablemente, la ciencia es a menudo considerada como un cuerpo de conocimiento que puede ser transmitida por los

maestros, memorizada por los estudiantes, y reproducido en los exámenes”; este autor señala igualmente que “la ciencia es a menudo retratada como la búsqueda personalizada y desinteresada de la verdad, independiente de la sociedad en la que se practica y al margen de las emociones humanas normales, valores y convenciones”. Estas dos consideraciones citadas, están en estrecha relación con las preocupaciones de Toulmin sobre la enseñanza de las ciencias.

Desde la perspectiva toulminiana no solo es conveniente sino además necesario propiciar espacios didácticos en los cuales se haga posible la *apropiación* de la cultura científica en los términos por él propuestos, esto es, apropiar las herramientas conceptuales y metodológicas y, en especial, apropiar la flexibilidad intelectual en la medida que, es la apertura a la crítica lo que posibilita el devenir en las culturas científicas y la construcción de nuevos conocimientos (Toulmin, 1977).

En particular, Toulmin (1977) hace un llamado a incentivar en el aula la flexibilidad intelectual y la crítica, al plantear que la calidad del proceso de enseñanza tiene que ver, no con la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino con las actitudes críticas con que los estudiantes aprenden a juzgar aún los conceptos expuestos por sus mismos maestros. Para este autor, la formación para disentir y criticar hace parte inherente de lo que denomina *enculturación*.

En relación con estas consideraciones sobre la necesidad de propiciar una enculturación científica que privilegie la formación para la crítica, Hodson (2003) hace un llamado sobre lo que considera retos para la Educación en Ciencias. Para este investigador, es necesario superar la simple trasmisión de conocimientos para pasar a una educación en la que se proponga explícitamente la formación para la ciudadanía responsable, con la intención de alcanzar este propósito, propone como retos que la

educación en ciencias ha de abordar simultáneamente con: aprender ciencias, aprender sobre las ciencias y hacer ciencias.

En concordancia con lo anterior, para Hodson un currículo de ciencias tiene un papel crucial a la hora de enseñar a los estudiantes el uso responsable de la ciencia y tecnología, en la medida que se permite a los estudiantes expresar su opinión sobre importantes cuestiones éticas, sociales y políticas relacionadas con la actividad científica.

Estos retos y demandas anotados son también considerados en varias investigaciones inscritas en la línea de *enseñanza y aprendizaje como argumentación* (Kuhn, 1992, 1993; Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl, 2000; Duschl y Osborne, 2002; Driver, Newton y Osborne, 2000; Erduran, Simon y Osborne, 2004; entre otros) perspectiva de trabajos que resaltan la necesidad de superar la enseñanza transmisionista y dogmática, para dar lugar a estrategias didácticas que incentiven la argumentación, de modo que los estudiantes aprendan a usar de manera crítica y propositiva sus conocimientos en contextos en los que se pone en juego una toma de decisiones respecto a problemáticas que les competen.

En esta línea de investigaciones, autores como Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl (2000) plantean la importancia de que las propuestas didácticas estén centradas en la discusión de problemas interesantes y significativos para los estudiantes. Al respecto, varios autores señalan la pertinencia de los denominados *asuntos sociocientíficos –ASC–* (Sadler & Zeidler, 2005; Simonneaux, 2001; Zohar & Nemet, 2002; Aikenhead, 2005), en tanto son problemáticas que llevadas al aula se constituyen en cuestiones en torno a los cuales los estudiantes se ven abocados a explicitar sus puntos de vista, asumiendo posturas críticas y, por tanto, a argumentar.

Enfrentar tales problemáticas es una necesidad y un reto que justifican este estudio, más aun teniendo en cuenta que hoy la sociedad civil está llamada a plantear un punto de vista crítico frente a asuntos tales como: el uso de pesticidas en la agricultura, los cultivos transgénicos, la experimentación con animales, la explotación de hidrocarburos, la minería, y muchos más que son de interés para los ciudadanos por sus implicaciones a nivel ambiental, social, ético y político.

En este orden de consideraciones, es propósito de esta investigación indagar por la potencialidad pedagógica y didáctica de una propuesta de aula centrada en el ASC relacionada con “el impacto de la explotación minera del oro en el ambiente”, como posibilidad de propiciar una formación para la civilidad, al tiempo que se enseñan y aprenden aspectos disciplinares inherentes a la Química y la Biología.

Teniendo en cuenta estas reflexiones, el problema a abordar en este trabajo de investigación tiene que ver con la necesidad de superar una enseñanza transmisionista y dogmática de la ciencia, para dar lugar a estrategias didácticas que incentiven la argumentación fundamentada en el conocimiento disciplinar, aspecto por el cual es necesario preguntarse por las formas que posibiliten una formación en ciencias, al tiempo que se forman de ciudadanos responsables, críticos y propositivos. Concordamos en este sentido con lo que plantea Aikenhead (2005) respecto a que formar ciudadanos implica atender las dimensiones sociales, políticas y éticas de las prácticas científicas y sus consecuencias.

2.2. Pregunta de investigación

La siguiente pregunta es la que orienta este trabajo de investigación:

- ¿Cuáles son las posibles contribuciones de una propuesta pedagógica centrada en debates de la explotación minera como asunto sociocientífico, a la formación científica en y para la civilidad de los estudiantes?

2.3. Objetivos de la Investigación

En relación a la anterior pregunta consideramos los siguientes objetivos de investigación:

2.3.1 Objetivo general

Identificar posibles contribuciones de una propuesta pedagógica de formación sociopolítica a la formación científica y en y para civilidad de los estudiantes

2.3.2 Objetivo específico

- Caracterizar recursos argumentativos y los procesos epistémicos en la construcción de enunciados de las estudiantes cuando debaten y discuten en torno al asunto sociocientífico.
- Establecer relaciones entre enunciados construidos en procesos de debate y los aspectos formativos vinculados con la civilidad.

3. A PROPOSITO DE NUESTRO REFERENCIAL TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Son varios los referentes conceptuales que sustentan nuestra investigación. En primer lugar, retomamos la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin (1977, 2003), desde la cual se concibe el conocimiento como una construcción sociocultural y se asume a las *disciplinas científicas* como *culturas* en constante cambio. En particular, aludimos a consideraciones y conceptos importantes con los que este autor precisa lo que para él tiene relación con las ciencias y su enseñanza. Tales conceptos son *racionalidad* y *enculturación*.

En segundo lugar, aludimos a algunos aportes de la línea de investigación en aprendizaje como argumentación, línea en la cual la argumentación como un proceso discursivo fundamental en el trabajo científico y que, en el contexto de aula, se constituye en eje vertebrador de los proceso de construcción de conocimiento.

Nos fundamentamos, igualmente, en las contribuciones de Derek Hodson (1994; 2003; 2004), en torno al debate del concepto Alfabetización Científica propio del Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad –CTS –, en particular en su llamado a la necesidad de una formación sociopolítica en las clases de ciencia, es decir, a una alfabetización científica crítica y para la acción. Destacamos su propuesta concerniente a los retos de la educación en ciencias y lo que denomina *niveles de sofisticación* para la búsqueda de una formación de activistas que se preocupen por el medio ambiente y la justicia social.

Complementariamente, nos apoyamos en algunos aportes del estudio de los debates en torno a Asuntos Sociocientíficos –ASC –, en tanto cuestiones que hacen posible las discusiones argumentadas e informadas sobre dilemas éticos relacionados con el

conocimiento científico. Creemos que la discusión sobre ASC en el ámbito pedagógico, implica de manera importante, reflexiones en torno a las contribuciones de la educación en ciencias a una formación ético-política que están en directa relación con la propuesta de Hodson (2003; 2004), razón por la cual nos parece relevante incluir aportes teóricos y conceptuales de estas perspectivas que permitan profundizar en cuestiones clave para esta investigación. Tal es el caso de algunas contribuciones de Cortina (1997) y Esquivel (2006) sobre la ética cívica, que a nuestro juicio son relevantes en la medida que reconocen la importancia de la ética en aspectos sociales y políticos para la búsqueda del bien común; reflexiones que relacionamos con los conceptos de ciudadanía y civilidad en Villavicencio (2007), pues creemos que estos autores concuerdan en la importancia de actuar a favor de la justicia social, el bienestar común y en especial, por la protección y preservación de los recursos naturales, aspectos que consideramos se deben tener en cuenta en la formación de los estudiantes.

Finalmente, presentamos el ASC: *“el impacto de la explotación minera del oro en el ambiente”*, contextualizado al caso colombiano. Este asunto es abordado en relación con el dilema ético: *del desarrollo económico vs el impacto en el ambiente*, teniendo en cuenta aspectos disciplinares de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. A continuación abordaremos cada uno de estos referentes teóricos y conceptuales.

3.1. Los aportes de la perspectiva toulminiana a la enseñanza de las ciencias

“Los hombres demuestran su racionalidad, no ordenando sus conceptos y creencias en rígidas estructuras formales, sino por su disposición a responder a situaciones nuevas con espíritu abierto, reconociendo los defectos de sus procedimientos anteriores y superándolos” (Toulmin, 1977, p. 12).

Al entender las ciencias como culturas, Toulmin (1997) considera el devenir de las ciencias como un proceso plural, dinámico y comunitario, de interacción de teorías explicativas. En este proceso de interacción se llevan a cabo actividades como la generación de preguntas y problemas, la invención y discusión de explicaciones, el establecimiento de herramientas conceptuales, la utilización de elementos tecnológicos, entre otros.

Dichas cuestiones están en constante transformación; cambios que desde su punto de vista tienen que ver con lo que denomina *racionalidad* (Toulmin, 2003), es decir, con la posibilidad de exponer *buenas razones* para aceptar nuevas explicaciones. En la perspectiva toulminiana, el regreso a la razón implica reconocer que la *racionalidad* complementa a la *racionalidad* entendida como *flexibilidad intelectual* o *disponibilidad al cambio*, y que entre ambos conceptos es necesario un equilibrio, de igual manera como lo hay entre la teoría y la práctica, la lógica y la retórica.

En este sentido, Toulmin (2003) hace un llamado a tomar distancia de la lógica formal y de la búsqueda de validez universal. Por ello retomamos su propuesta sobre la *argumentación sustantiva*, término que en su perspectiva tiene que ver con la oposición al dogmatismo científicista y a la lógica formal. Para él, los argumentos deben ser razonables y bien sustentados; además, están influenciados tanto por el contexto como

por las interacciones dialógicas, es decir, tienen que ver con la construcción y negociación de significados, explicaciones y predicciones por medio de procesos sociológicos (Toulmin, Rieke & Janik, 1979).

En relación con las anteriores reflexiones, consideramos que hay una estrecha relación entre la razonabilidad y la *argumentación sustantiva*, en lo que tiene que ver con la posibilidad de apertura a la crítica y en ese sentido, al reconocimiento de otras posturas, que el epistemólogo relaciona con la *flexibilidad intelectual* en los procesos de cambios en las ciencias y del aprendizaje en la escuela.

Para Toulmin (1977), uno de los objetivos principales de la ciencia es explicar el mundo, y considera la necesidad de establecer procedimientos para facilitar la comprensión de los procesos mediante los cuales los conceptos científicos se transmiten de una generación a la siguiente por un proceso de *enculturación* (Chamizo, 2007). Este proceso supone un aprendizaje de ciertas habilidades explicativas, técnicas, procedimientos, métodos de representación que se emplean para dar explicaciones de sucesos y fenómenos dentro del ámbito de la una disciplina científica; Toulmin centra su reflexión en la posibilidad de encontrar alternativas a la racionalidad formal y a partir del cambio conceptual, preocupándose por cómo se introducen nuevos conceptos, cómo se desarrollan históricamente y como se comparten por medio de procesos de *Enculturación*.

En relación con la educación, Toulmin (1997) considera que la calidad del proceso de enseñanza tiene que ver, no tanto con la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino por las actitudes críticas con que los estudiantes aprenden a juzgar aún los conceptos expuestos por sus mismos maestros. Desde esta perspectiva, a la educación en ciencias le es inherente la formación para la crítica y para la flexibilidad intelectual (Henaó & Stipcich, 2008).

Respecto a la enculturación, para Toulmin tiene que ver con compartir el legado de conceptos, procedimientos explicativos y procesos propios de las culturas científica que pasan de una generación de investigadores otra. Significado que concuerda con los propósitos de la enseñanza enunciados por Candela (1997), quien alude a la necesidad de una educación que permita la adquisición de una cultura científica y el desarrollo de una actitud crítica.

Consideraciones que para Henao, Stipcich y Moreira (2009), abogan por una formación en las ciencias desde una perspectiva humanista, crítica y propositiva; perspectiva que retoman y desarrollan autores de la línea de investigación que estudia la argumentación en relación con la enseñanza de las ciencias y desde la cual se plantea que aprender ciencias es aprender a argumentar. A los aportes de esta línea nos referiremos en el siguiente apartado.

3.2. Contribuciones de la línea de aprendizaje como argumentación a la Educación en Ciencia

“La argumentación sobre cuestiones científicas puede contribuir al aprendizaje de la ciencia y sobre la ciencia, poniendo de manifiesto que es un proceso construido socialmente en el que subyacen valores éticos que hay que tener en cuenta.(Jiménez Aleixandre, 2010, p.364)

Las anteriores consideraciones de Toulmin sobre la argumentación sustantiva han sido retomadas y articuladas en investigaciones inscritas en la línea de investigación denominada *Enseñanza y Aprendizaje como Argumentación* (Kuhn, 1992, 1993; Candela, 1999; Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 2000; Driver, Newton & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Kelly & Takao, 2002; Jiménez-Aleixandre, & Díaz de

Bustamante, 2003; Erduran, Simon & Osborne, 2004, Henao y Stipcich, 2008, Jiménez-Aleixandre, 2010, entre otros). Estos autores concuerdan en que la argumentación es inherente al quehacer científico y por lo tanto, a la educación en ciencias.

En relación con los aportes de algunos de estos investigadores, queremos resaltar los estudios de Deanna Kuhn (citado en Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003, p 361), quien considera que hay una estrecha relación entre “el pensar bien y el desarrollo de destrezas argumentativas”. Igualmente, Kuhn, plantea que “contextos sociales como las aulas de clases se pueden configurar en espacios prometedores para incentivar y desarrollar las habilidades argumentativas de los estudiantes”.

Al respecto, como lo plantean Erduran y Jiménez-Aleixandre (2008), la argumentación es un aspecto significativo de la investigación científica y en esta medida juega un papel importante en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Por lo que su inclusión en la clase de ciencias puede contribuir a la construcción de conocimiento en el aula, al desarrollo de competencias comunicativas a partir de la reflexión y la crítica, aspectos que constituyen la alfabetización científica.

En relación con la inclusión de la argumentación en la educación en ciencias, queremos hacer una mención especial de los aportes de Antonia Candela (1999), quien considera que la calidad educativa tiene que ver con la propuesta de estrategias educativas exitosas generadas en la interacción entre los maestros y sus alumnos. En sus estudios, esta autora analiza algunas secuencias interactivas en las clases de ciencia, donde los estudiantes construyen conocimiento, solicitan argumentos y buscan consensos en vez de imponer un punto de vista del maestro que es aceptado por el estudiante.

Según Candela (1999), el discurso cotidiano y escolar tiene una organización argumentativa y las intervenciones de los sujetos pueden estar orientadas a la persuasión.

En este sentido, la autora hace un llamado a los docentes para desarrollar en la clase de ciencias los procesos de razonamiento, confrontación de ideas explicativas, establecimiento de relaciones entre el conocimiento cotidiano y el científico, así como para permitir la participación discursiva de los estudiantes, de modo que puedan estructurar sus propias ideas y las puedan defender en situaciones de interacción social.

Por consiguiente, nuestro interés pedagógico en la clase de ciencias da la posibilidad de incentivar la argumentación sustantiva, queremos señalar el valor que tiene para nosotros el Modelo Argumental de Toulmin – MAT¹ como estrategia didáctica que hace posible una autorregulación de los aprendizajes (Henaó, 2010).

Lo anterior nos lleva a reiterar que es necesario desarrollar en las clases, estrategias pedagógicas y didácticas que permitan a los y las estudiantes el ejercicio de procesos y actitudes democráticas, en espacios para la crítica y las discusiones. Se trata de enseñar y aprender a fundamentar decisiones y apoyar justificaciones y refutaciones.

No obstante, se reitera aquí, que la enseñanza de la argumentación no puede reducirse al uso de estrategias heurísticas; debe ir mucho más allá si su pretensión es formar ciudadanos que se interesen por los estudios y los debates científicos y tecnológicos (Henaó y Stipcich, 2008).

En el marco de esta línea de investigación, se encuentran igualmente los trabajos de Jiménez-Aleixandre, Bugallo y Duschl (2000), quienes centrando sus estudios en la capacidad de los estudiantes para construir argumentos, analizan las producciones de los estudiantes a la luz del Modelo Argumental de Toulmin; para estos autores, la argumentación tiene una especial relevancia en la educación en ciencias, en tanto

¹ Ver anexo: Ilustración 17: MAT, basado en los aportes de Toulmin (1958), Toulmin & Janik (1984)

permiten la generación y justificación de afirmaciones relacionadas con el conocimiento, convirtiéndose en una estrategia para la resolución de preguntas, problemas y dilemas.

Por su parte, Erduran, Simon y Osborne (2004) y su grupo de investigación, centran sus estudios en el diseño y evaluación de entornos de aprendizaje que apoyan la enseñanza y el aprendizaje de la argumentación en contextos científicos, teniendo como propósito de investigación evaluar las capacidades argumentativas de los estudiantes, a la luz de los aportes de Toulmin.

Respecto a la posibilidad de permitir la construcción de argumentos a los estudiantes en la clase de ciencias, Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) consideran que estos argumentos son situados, es decir, están influenciados por una cultura; lo que no implica que sean relativos, ya que existen criterios para comparar enunciados alternativos y escoger el más adecuado.

En este sentido, si bien el objetivo de este estudio no es comparar los argumentos de los estudiantes para analizar cuál es mejor, consideramos importante valorar las características de los mismos en términos de los retos de la Educación en Ciencias propuestos por Hodson (2003; 2004), de los cuales profundizaremos más adelante. A través de estos retos, ponemos en relación los procesos epistémicos con los procesos sociológicos inherentes a la argumentación: justificar, negociar, refutar, validar, discutir y consensuar; relaciones en las que, de acuerdo con Kelly y Takao (2002), es ineludible la comprensión y uso de cuestiones de orden disciplinar.

Según estos investigadores, procesos epistémicos tales como: relacionar datos con conclusiones, describir los datos, evaluar enunciados teóricos a 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, establecer

relaciones, formular afirmaciones soportadas por garantías, son procesos estrechamente relacionados con la construcción de argumentos en los que los conocimientos disciplinares tienen un papel importante.

Además de las consideraciones sobre las características de los argumentos de las estudiantes en relación con su contenido y forma, interesa a esta investigación trabajar cuestiones relacionadas con las situaciones en las cuales se construyen argumentos. Reconociendo la pluralidad de situaciones pedagógicas que propician la argumentación, este estudio privilegia las discusiones en torno a asuntos sociocientíficos. Al respecto, estamos de acuerdo con Jiménez-Aleixandre (2005) y Zenteno-Mendoza y Garritz (2010) en que el aprendizaje y la argumentación se pueden relacionar con la solución y debates de problemas que, además de ser auténticos, es decir, de tener importancia y significado para los estudiantes, son cuestiones que permiten abordar de manera no dogmática contenidos y procedimientos científicos, poniéndolos en relación con aspectos éticos, políticos y en general sociológicos (Henaó y Stipcich, 2008).

En lo que sigue presentamos algunos de los aporte de Derek Hodson a la educación en ciencias que nos permiten poner en relación la perspectiva epistemológica de este trabajo, las consideraciones sobre lo que significa educación en ciencias y los debates sobre ASC, como contextos significativos para propiciar la argumentación, al tiempo que fomentan actitudes críticas y propositivas.

3.3. Un currículo para la formación sociopolítica: aportes de Derek Hodson a la Educación en Ciencias

Hay creciente reconocimiento de la necesidad de mirar el contexto social, económico, político, y las cuestiones éticas que rodean la práctica de la ciencia. (Hodson, 2003, p. 647).

En concordancia con la perspectiva epistemológica de Toulmin y su concepto de *enculturación*, esta investigación acoge los aportes de Derek Hodson (2003; 2004) a la Educación en Ciencias y en especial su propuesta de formación sociopolítica, a través de la cual este autor hace un llamado a la importancia y necesidad de la participación activa de los estudiantes como sujetos políticos, es decir, críticos, participativos, propositivos y activos.

Para Hodson (2003) una de las claves para mejorar la situación actual de la sociedad, está en propender por una *alfabetización científica crítica, propositiva y activa*. Según este autor, los ciudadanos, además de preocuparse por la pobreza en el mundo, la injusticia, el terrorismo y la guerra, deben reflexionar sobre el crecimiento económico, las actuales crisis ambientales y los debates políticos acerca de problemáticas científicas de interés social tales como el cambio climático, agotamiento de la capa de ozono, el calentamiento global, la contaminación del agua, el aumento de la deforestación, la pérdida de la biodiversidad, entre otros.

Igualmente, plantea que la educación en ciencias, además de proporcionar un conocimiento científico suficiente que posibilite a los estudiantes comprender artículos y programas de televisión interesantes sobre la ciencia, se les debe permitir expresar sus reflexiones sobre cuestiones sociales y éticas en relación con la ciencia y la tecnología; y estimular en ellos la capacidad y el compromiso de adoptar las medidas apropiadas y responsables sobre las problemáticas sociales actuales.

Hodson (2003; 2004), considera que es necesario un cambio en la cultura política, a través del cual las personas se consideren a sí mismas como ciudadanos activos y estén dispuestos a influir en la vida pública, con capacidades críticas para participar en la

resolución de problemas. Por tanto, hace un llamado a que los jóvenes puedan examinar de forma crítica la sociedad y los valores que la sustentan, a fin de lograr una justicia social y democrática, para garantizar un estilo de vida sostenible.

Para ello, Hodson sugiere abordar en la educación en ciencias siete áreas de preocupación: la salud humana, la alimentación y la agricultura, la tierra, el agua y los recursos minerales, los recursos energéticos y el consumo, la industria en general, la transferencia de la información y el transporte, la libertad y el control en la ciencia y la tecnología en relación con la ética y la responsabilidad social. Además propone abordar dichas áreas desde cuatro niveles de sofisticación, niveles que están configurados en su propuesta curricular para una formación sociopolítica:

En el primer nivel, se refiere a la posibilidad que los estudiantes puedan reconocer que los desarrollos científicos y tecnológicos están acompañados de problemas como: posibles riesgos para la salud humana, pueden producir cambios sociales, pueden ser causa de degradación en el ambiente y pueden estar involucrados en dilemas ético-morales.

El segundo nivel tiene que ver con la posibilidad de que los estudiantes reconozcan que las decisiones en torno a la ciencia pueden ser tomadas en la búsqueda de intereses particulares por encima de los intereses comunes y que esa toma de decisiones están influenciadas por el desarrollo económico de los países y los intereses políticos. Muchas veces la ciencia puede estar al servicio de quienes tienen poder político y económico, lo que puede implicar algunos perjuicios para los intereses y el bienestar de los pobres e indefensos, dando lugar a las desigualdades e injusticias. En este sentido, el autor hace un llamado a que se debe reconocer el papel que desempeñan los gobiernos y las empresas en el control de la producción y distribución de los recursos; los estudiantes pueden

reconocer que los desarrollos científicos, están íntimamente ligados con la distribución de la riqueza y el poder.²

En el tercer nivel, el autor plantea la necesidad de permitir que los estudiantes asuman puntos de vista particulares, formulando sus propias reflexiones sobre estas problemáticas. Desde nuestro punto de vista, dichas posturas críticas y la toma de decisiones que las acompañan, están estrechamente ligadas con la calidad de la argumentación.

El último nivel tiene que ver con ayudar a los estudiantes a tomar medidas responsables en lo social y ambiental, es decir, invita a que los estudiantes actúen, a partir de sus conocimientos. En términos de Hodson es necesario que los estudiantes traduzcan el conocimiento en acción, por lo que conviene que ellos se apropien y empoderen de conocimiento sobre las problemáticas, sintiéndose facultados y capaces de actuar en la resolución de problemas.

Para nosotros, estos niveles se relacionan con la propuesta de llevar los ASC a las clases de ciencia y, en esa medida, consideramos ambas perspectivas importantes para la formación tanto científica como en civilidad, porque incluyen la posibilidad de reconocer las estrechas relaciones entre la ciencia y la sociedad, invitan a los estudiantes expresar sus puntos de vista frente a dichas relaciones y permite su participación activa en la resolución de problemas que surgen, precisamente, de esa interacción entre la ciencia y la sociedad.

Según Hodson (2003; 2004), se debe permitir al estudiante relacionar conocimientos de las disciplinas científicas con la solución de problemas en situaciones

² Señalamos aquí las estrechas relaciones entre estas consideraciones y las problemáticas inherentes al ASC que se trabaja en esta investigación.

“reales”, desarrollar una comprensión de la naturaleza y los métodos de la ciencia y la tecnología, crear conciencia acerca de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente; así como una sensibilización acerca de las implicaciones personales, sociales, éticas y políticas de dicha interacción.

En relación con estos planteamientos de Hodson, en particular respecto a la importancia que tiene dirigir la educación en ciencias hacia una formación sociopolítica de los estudiantes, consideramos que las discusiones en torno a ASC se constituyen en contextos apropiados y pertinentes para el posible logro de este reto, pues permiten la argumentación y una profundización de debates sobre la naturaleza sociopolítica y cultural de las ciencias.

En este sentido, nos referimos a la construcción de conocimiento en el contexto escolar como un propósito de la educación para propiciar la inmersión de los estudiantes en la cultura científica, que en la propuesta de Hodson (2003) tienen que ver con hacer ciencia, aprender ciencia y aprender sobre la ciencia y que de acuerdo con Henao y Stipcich (2008) implica enseñar además de modelos explicativos, procesos y actitudes inherentes a la producción, justificación, divulgación y evaluación de conocimientos.

En relación con estos planteamientos de Hodson, consideramos que la argumentación sociocientífica en la clase de ciencias permite que los estudiantes utilicen: conocimientos relacionados con las Ciencias Naturales y Sociales, es decir, argumentación informada, aspecto que tiene que ver con aprender ciencia; también implica conocer sobre temáticas relacionadas con la naturaleza de la ciencias –NdC– y las relaciones de la ciencia con el poder político y económico, en relación con dilemas ético-morales, esto es, aprender sobre la ciencia; y en concordancia con el llamado que hace Hodson de permitir a los

estudiantes expresar sus puntos de vista y tomar posturas, implica permitirles hacer ciencia, aspecto relacionados con procesos epistémicos, es decir de orden cognitivo.

Por la importancia de estas consideraciones, en lo que sigue profundizamos sobre algunos referentes teóricos que se ocupan de la comprensión, la importancia y la pertinencia de los ASC en relación con la educación en ciencias.

3.4. Las discusiones sobre asuntos sociocientíficos como contexto para incentivar la argumentación en la clase de ciencias

“Los asuntos sociocientíficos han cobrado importancia en la educación científica, ya que ocupan un papel central en la promoción de la cultura científica” (Sadler & Zeidler, 2005 pág. 113).

En relación con dichos asuntos, algunos de los investigadores adscritos a la línea de aprendizaje como argumentación, han considerado y reflexionado sobre la pertinencia del uso pedagógico y la inserción de debates sobre cuestiones sociocientíficas en la clase de ciencia (Jiménez-Aleixandre, & Díaz de Bustamante, 2003; Erduran, Simon & Osborne, 2004, Henao y Stipich, 2008, Jiménez-Aleixandre, 2010, entre otros).

Entre los aportes de los investigadores de la línea de investigación de aprendizaje como argumentación, que realizan sus estudios en relación con los asuntos sociocientífico, reconocemos los de Simonneaux (2001) quien propone las discusiones y los juegos de rol sobre un caso ficticio acerca de la transgénesis animal en un contexto argumentativo. Igualmente, resaltamos los trabajos de Zohar y Nemet (2002) quienes se centran en la argumentación en el contexto de dilemas sobre la genética humana. Además, queremos destacar las contribuciones de Sadler y Zeidler (2004) como base teórica sobre los –ASC–

y en relación a cómo los estudiantes argumentan en el debate y resolución dilemas morales de la ingeniería genética.

De acuerdo con Sadler y Zeidler (citados en Henao y Stipcich, 2008), la expresión asuntos sociocientífico – ASC– hace referencia a debates, polémicas, dilemas y controversias sociales generadas por conceptos, productos, procedimientos y técnicas que proceden de las ciencias. Dichos asuntos están estrechamente relacionados con la línea de investigación que se ocupa de la relación ciencia- tecnología y sociedad – CTS– que, como plantean Acevedo, Vásquez y Manassero (2002), propone como uno de los objetivos de la educación científica el desarrollo de capacidades de los estudiantes para funcionar como expertos responsables, es decir, como ciudadanos en un mundo cada vez más afectado por la ciencia y la tecnología.

Al respecto, Dana Zeidler (2003) quien dedica gran parte de sus investigaciones a los – ASC– en la enseñanza de la ciencia, reconoce los aportes del enfoque CTS , incluso considera que éste enfoque tendría cabida en la corriente de los ASC , sin embargo, Sadler, Simmons y Howes (citado en Zenteno-Mendoza & Garritz 2010) consideran que el enfoque CTS tradicional apunta principalmente a dilemas éticos y controversias y no necesariamente enfatiza en el poder pedagógico inherente del discurso, la argumentación razonada y la consideración explícita de la naturaleza de las ciencias.

En relación con el uso pedagógico de discusiones sobre ASC, Henao y Stipcich (2008, p. 57) reconocen que “el tratamiento de cuestiones sociocientíficas en la educación en ciencias, implica la inclusión de literatura científica como fuente de información y objeto de debate en los procesos de aula; así mismo, le son inherentes, el interés en los razonamientos de tipo sustantivo e informal”.

Según Jiménez-Aleixandre (2010) la argumentación sociocientífica puede ayudar al desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes y que, al incluir aspectos de la naturaleza de la ciencia, contribuyen a aprender sobre la ciencia. En este orden de ideas, el tratamiento de cuestiones sociocientíficas implica tener en cuenta algunos aspectos relacionados con la ética tales como: el respeto por la palabra de las demás, el reconocimiento de diversidad de pensamientos y otros puntos de vista, teniendo como objetivo estimular y promover el desarrollo intelectual de los estudiantes en la moralidad y la ética (Zeidler & Sadler, 2004).

En relación con lo anterior, la inclusión de discusiones sobre ASC en la clase de ciencias, pueden potenciar las habilidades de los estudiantes en la toma de decisiones (Aikenhead, 1994). Así mismo, Aikenhead (2005) cree que desde este enfoque se busca que los estudiantes puedan desenvolverse en un mundo impregnado por los desarrollos científicos y tecnológicos, para que poder tomar decisiones adoptando actitudes responsables.

Igualmente, concordamos con este autor en que las discusiones en pequeños grupos sobre cuestiones sociocientíficas, mediante procesos de argumentación, dan oportunidad a los estudiantes de compartir cuestiones y conocimientos del ámbito científico y las implicaciones de la ciencia en la sociedad y viceversa. En este sentido, consideramos que los ASC cuando son llevados al ámbito pedagógico permiten propiciar espacios para el discurso de aula, para el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes y permite la interacción dialógica entre los y las estudiantes (Solomón, 1992)

Así mismo, estamos de acuerdo con Kolstø (2001) en que los ASC pueden permitir, de un lado, ver la ciencia como un proceso social y por lo tanto, estudiar la construcción de las ciencias y el papel del consenso científico; y de otro, entender la ciencia como uno

de varios dominios sociales, detectar los sesgos y las ideologías subyacentes con las que se examina la credibilidad de la evidencia empleada para sostener decisiones en la ciencias, reconocer que los modelos científicos se limitan a sus contextos, es decir, tener en cuenta las limitaciones y los valores de las disciplinas científicas, en relación con las evidencias y la actitud crítica en torno a las afirmaciones científicas. Todas las anteriores cuestiones tienen que ver con reflexiones sobre la NdC.

En relación con lo planteado anteriormente por Kolstø, Osborne (2009) considera que la argumentación de ASC, además de ayudar al entendimiento de la NdC, puede ayudar a mejorar el razonamiento cognitivo de los estudiantes y brindar una mayor comprensión conceptual, cuestiones que para Hodson (2003) tienen que ver con *aprender sobre ciencia* y *Aprender ciencia* respectivamente.

Para permitir la participación de los estudiantes en espacios de debate y discusión en contextos argumentativos, se pueden aprovechar los casos simulados (Gordillo & Osorio, 2003) y el estudio de casos ficticios, en relación a problemáticas reales, en búsqueda de soluciones, desde una participación activa en su proceso de formación (Zeidler, 2003).

Podemos decir que el tratamiento de ASC permite promover en los estudiantes una conciencia ética, el compromiso en la resolución de problemas, la capacidad de escuchar otros puntos de vista, analizando cómo el poder y la autoridad se insertan en las empresas científicas, es decir, pueden aportar a lo que Hodson (2003; 2004) denomina formación sociopolítica.

En relación con lo anterior, nuestro trabajo de investigación inscrito en el marco de ASC, reconoce que en el discurso del aula es importante prestar atención a valores como la tolerancia, el respeto por otros puntos de vista y que las estudiantes se reconozcan así

mismas como agentes morales que se pueden ver afectados por normas, valores, creencias culturales relacionados con la actividad científica (Zeidler & Sadler, 2004; 2005).

En ese orden ideas, la propuesta de Hodson (2003; 2004) de la formación sociopolítica de los estudiantes, tiene que ver con nuestra propuesta de formación científica y en civilidad: creemos que cuando el autor invita a ir más allá del enfoque ASC, en relación con alfabetizar ciudadanos críticos, que puedan actuar y proponer soluciones a los problemas relacionados con la ciencia y la tecnología, concuerda tanto con los intereses de la corriente que estudia los ASC, como con nuestras apreciaciones sobre la formación científica y en civilidad, en la medida en que consideramos que a la educación en ciencias le es inherente la formación de ciudadanos reflexivos y activos, capaces de plantear propuestas civilistas.

Queremos resaltar que Hodson también propone un énfasis en la ética en relación con su propuesta de formación sociopolítica, que desde nuestro punto de vista es muy coherente con la necesidad de una educación ambiental. Hodson (2004) plantea la necesidad de alejarse del antropocentrismo en el cual somos prioritarios los seres humanos y apostar por una bioética en la que se respeten los derechos de todos los seres vivos.

A continuación presentamos algunos aportes de autores que investigan en el campo de la ética y en particular sobre la ética cívica, perspectiva que consideramos afín tanto con los retos de la educación de Hodson, como con el componente ético de los ASC y la formación en civilidad. Posteriormente, enfatizamos en los conceptos de ciudadanía y civilidad, los cuales relacionamos con la educación en ciencias en términos de formación.

3.5. Formación ciudadana para la civilidad

Una ciudadanía democrática y su extensión a nuevos espacios de socialización, requieren de una invención colectiva de civilidad (Balibar, 2001 pág. 182)

En esta investigación consideramos la enseñanza de las ciencias como una práctica social, en la cual los conocimientos pueden contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos y de su entorno en general. Es por ello que en el planteamiento del problema hacemos una crítica a la enseñanza tradicional de la ciencia. La enseñanza y la formación son dos conceptos considerados en este proyecto como pertenecientes a la misma red conceptual y por ello, a la enseñanza de las ciencias le es inherente la formación de los estudiantes. Desde nuestra perspectiva, debe ser tanto científica como sociopolítica y para la civilidad.

En concordancia con lo anotado, en nuestra investigación nos interesa aportar a la formación científica de los estudiantes; formación en la que puedan apropiarse del acervo cultural propio de las disciplinas a nivel de conceptualizaciones, uso y aplicación de conceptos, construcción de explicaciones y argumentaciones; igualmente, formar en civilidad, de modo que además de conocer sus deberes y derechos en una sociedad, tomen posturas críticas y reflexivas que los conduzcan a plantear propuestas de intervención a nivel social para el tratamiento de las problemáticas que los afectan; en este caso, privilegiamos las discusiones sobre los dilemas implicados en la explotación minera del oro en Colombia.

Respecto al concepto de formación, retomamos el concepto *Bildung* en Gadamer (1988) asumido como un proceso constante que no posee objetivos en los que deba

desembocar, más allá de la autoformación dinámica en continuo devenir y progreso, siendo necesario que los sujetos que se forman abran el horizonte de comprensión personal para entender nuevas consideraciones; los juicios sobre los distintos puntos de vista y los procesos que los sustentan, conllevan a la adquisición de una nueva dimensión del proceso formativo.³

El hecho de que el sujeto en formación permanezca abierto a diversos puntos de vista, implica reconocer que dicho sujeto no tiene la última palabra; aspecto que a nuestro juicio presenta cercanía con los conceptos de la flexibilidad intelectual o la apertura al cambio, en relación con la razonabilidad en la perspectiva de Toulmin.

En relación con la perspectiva epistemológica acogida y la propuesta de formación sociopolítica, nuestra visión de formación es integral y consideramos que debe ir dirigida hacia la civilidad como respuesta al llamado que hace Hodson (2003; 2004) en los niveles 3 y 4 de sofisticación; los cuales, como lo mencionamos anteriormente, están encaminados a que los estudiantes asuman posturas críticas, reflexivas, propositivas y sobre todo que actúen responsablemente a nivel social y político para la solución de problemas que los afectan.

Como respuesta a estos llamados, consideramos que es necesario formar a los estudiantes para que construyan propuestas civilistas que, consideramos se pueden lograr a partir de la configuración de espacios de resistencia, aspecto sobre el cual hablaremos más adelante. En lo que sigue, queremos introducir el concepto de civilidad, su relación con la ética, su articulación con el concepto de ciudadanía y su importancia en la formación en ciencias.

³ El término alemán *Bildung* designa también la cultura adquirida por un individuo gracias a su interacción con los contenidos de la tradición de su entorno.

En primer lugar, queremos resaltar las consideraciones de Cortina (1997) y Esquivel (2006) quienes conciben la ética como prioritaria en la vida social, política, educativa; y proponen la ética cívica como aquella que fundamenta su reflexión, análisis y propuestas, en las problemáticas vivenciales de las personas, es decir, en su actuación como ciudadanos.

Esquivel (2006) hace un llamado a la necesidad de desarrollar una sensibilidad moral que puede ser manifestada por medio de sentimientos como la indignación y la culpa. En lo que tiene que ver con la indignación, la relaciona con situaciones que se pueden considerar inaceptables, y la culpabilidad respecto a acciones provocadas en detrimento de la calidad de vida de las personas.

Por su parte Cortina, (1997, p 167) considera que “no hay ninguna ética aceptada por todos” y plantea que existe una ética mínima que tiene que ver “con aspirar a tener una convivencia justa”. Para esta autora, la ética de los ciudadanos, o ética cívica, contiene aquellos valores y principios de justicia que hacen parte de las distintas éticas compartidas en una sociedad pluralista.

En relación con los contenidos de la ética cívica, que a nuestro juicio va dirigida hacia la ciudadanía responsable, Cortina (1997) considera que está configurada por los valores de libertad, igualdad, solidaridad y respeto; además reconoce el diálogo como camino para resolver los conflictos frente a la violencia y el irrespeto de los derechos humanos. Desde su punto de vista, la ética cívica contiene una “exigencia de deberes de justicia”, es decir, requiere de la justicia social que debe ser asumida tanto por el sector político como por los sectores sociales y económicos; reconociendo que existen riesgos que impiden que exista dicha justicia.

Respecto a estos riesgos, la autora señala que están relacionados con la globalización y con cuestiones como el afán de acumular riquezas y bienestar individual, lo que trae como consecuencia una "Sociedad del Riesgo Global", que tiene impacto en cuatro dimensiones como son: el riesgo ecológico, como el gasto de los recursos de la tierra, la producción de desechos tóxicos; las enormes posibilidades de corrupción y el abismo creciente entre ricos y pobres.

Cortina hace un llamado a las empresas y fundaciones para asumir responsabilidades, ayudar a conservar y fomentar el capital natural, reconocer que los recursos de la tierra no son infinitos, realizar propuestas activas de protección al medio ambiente y un equilibrio entre lo económico, social y medioambiental.

Igualmente, la autora considera que es necesario que los ciudadanos: respeten la vida compartida, cumplan las normas justas, cooperen en el mantenimiento de lo público, participen en programas cívicos y contribuyan en la búsqueda del bienestar común. Es precisamente en este sentido que consideramos que, además de reconocerse la necesidad de que los ciudadanos se comprometan, debe contemplarse la necesidad de la lucha, de la construcción de un movimiento social que permita la intervención de la población en el control, por ejemplo, de la explotación minera; esta lucha, este movimiento social está dirigido hacia la construcción de civilidad.

En relación con el concepto de civilidad, antes de referirnos a él, queremos recordar, como lo mencionamos al inicio de este apartado, que la educación en ciencias debe cumplir el papel de formación de sujetos críticos, reflexivos y civilistas, es decir, que con sus conocimientos en ciencias puedan elaborar propuestas para el mejoramiento de la vida de los ciudadanos. Reconocemos que pueden existir diferentes mecanismos de lucha en

los cuales los ciudadanos pueden actuar en la búsqueda de dichas mejoras en la calidad de vida, una de ellas es la configuración de espacios de resistencia.

Respecto a la noción de resistencia, Giraldo (2006) considera que tiene que ver con las luchas políticas, económicas y sociales. En relación con nuestra propuesta, formar en civilidad a los estudiantes, implica la configuración de espacios de *resistencia Resistencia* en la perspectiva de la configuración de un movimiento social, y por tanto, articulada a un contexto cultural donde se tiene que pensar en formas para la aplicación de los conocimientos de las ciencias en beneficio de lo social.

Es por ello que planteamos que la inclusión del estudio de ASC en contextos argumentativos en la clase de ciencia, en los cuales relacionamos la actividad científica con el desarrollo económico, el poder político y el sector social, nos permite partir de las posturas y puntos de vista y llamar a los estudiantes a la necesidad de luchar por reivindicaciones sociales, que no solo involucre la escuela sino también a los demás sectores de la población que tengan intereses comunes.

Una forma de configurar estos espacios de resistencia tiene que ver con problematizar una situación que deba ser afrontada o también problematizar determinados hechos que la mayoría de las personas no cuestiona, por ejemplo, si la minería se ve como actividad cualquiera, la resistencia implica entender que es un problema y que amerita soluciones. En este orden de consideraciones, el concepto de resistencia como un horizonte de lucha social, en contextos educativos, incentiva a los estudiantes a poner en ejecución: la creatividad, la invención y expresar su opinión para la resolución de conflictos relacionados con las problemáticas públicas. En lo referente al ASC de la explotación minera del oro y su impacto en el ambiente, la resistencia pone en cuestión el papel del gobierno en su intención de fomentar la explotación minera y de hidrocarburos Sin tomar

las medidas necesarias para proteger el medio ambiente, como propuesta para el desarrollo económico del País.

Hemos venido justificando la necesidad de formar en civilidad y que los sujetos puedan participar en espacios democráticos de una manera activa y propositiva, pero hay que reconocer que en nuestro contexto educativo hay una tendencia a excluir o evitar este tipo de formación.

Precisamente, Villavicencio (2007) cita a Jaques Rancière quien reflexiona sobre las exclusiones que tienen lugar en las democracias actuales y plantea que especialmente “en América Latina la política se adecua a las fuerzas que mueven a la sociedad, a los intereses y deseos en relación a la transformación económica, privilegiando el consumismo ilimitado en detrimento del medio ambiente y que, para facilitar dichos intereses, se excluyen a millones de ciudadanos de las decisiones políticas y sociales”.

Teniendo en cuenta que las anteriores reflexiones se pueden aplicar a la problemática minera en Colombia, pues en la actualidad es solo el Estado quien tiene la posibilidad de regular dicha actividad. Lo anterior hace que los ciudadanos se hagan conscientes de su estado de exclusión al alejarlos de la participación de la toma de decisiones sobre esta actividad en relación con el dilema entre el desarrollo económico y el impacto en el ambiente. En este sentido, consideramos que la configuración de los espacios de resistencia, posibilita la lucha por la inclusión de los ciudadanos en este tipo de decisiones y poder aportar a la solución de conflictos sociopolíticos y sociocientíficos.

En relación con las anteriores cuestiones, retomamos las consideraciones de Hodson (2003; 2004) que tratan en primer lugar, de la necesidad de alejarnos del antropocentrismo y apostar por una bioética en la que se respeten los derechos de todos los seres vivos; en

segundo lugar, sus reflexiones sobre la Educación en Ciencias, priorizando la necesidad de posibilitar que los estudiantes reconozcan las relaciones del desarrollo científico con los intereses del poder político y económico, y lo que ello implica. Igualmente, retomamos los aportes en relación con la ética cívica de Cortina (1997) y sus preocupaciones ambientales y éticas de una sociedad en riesgo global. Creemos que los planteamientos de ambos autores, se constituyen en llamados implícitos hacia la necesidad de una formación en civilidad.

En relación con este concepto, Villavicencio (2007) realiza un análisis del concepto de *ciudadanía* y su articulación con la civilidad, la autora considera la ciudadanía como:

Un *status* que garantiza a los individuos iguales derechos y deberes, libertades y restricciones, poderes y responsabilidades” y entiende por *civilidad* una política que, en el doble sentido de amabilidad y de acuerdo que encierra el término, supone acciones y palabras que contribuyen un freno a la violencia y las diversas formas de *incivilidad* que se han vuelto dominantes en un mundo donde la preocupación política por la esfera común pierde fuerza frente a los beneficios de la explotación económica del planeta” (Villavicencio. pág. 39).

Para la autora, el concepto de civilidad contiene la expectativa de apertura, permanencia y recreación de un espacio público donde los agentes puedan reconocerse y regular sus conflictos. Precisamente los espacios de resistencia son públicos por lo que no se restringen solo a la Educación en Ciencias; es en estos espacios donde los consensos y disensos juegan un papel importante como participación democrática en espacios de discusión y debate sobre, en nuestro caso, cuestiones sociocientíficas.

Consideramos que las anteriores bases teóricas están estrechamente vinculadas con una problemática que actualmente tiene enorme interés en Colombia y es el dilema de la explotación minera y de hidrocarburos; que para el actual gobierno se constituye en una de las “locomotoras del desarrollo económico del país”, dándole menor importancia a el

impacto en el ambiente que generan dichas actividades, en relación con sus implicaciones sociales, políticas, económicas, éticas, etc. A continuación se presentan algunas razones por las cuales se considera “el impacto de la explotación minera del oro en el ambiente” como un ASC.

3.6. El impacto de la explotación minera del oro en el ambiente como un dilema sociocientífico en el contexto colombiano

En la actualidad una de las denominadas “locomotoras” del desarrollo económico impulsado por el gobierno nacional es la explotación minera y de hidrocarburos⁴. Dicha actividad ha generado una serie de debates y controversias sobre la pertinencia o no de esta propuesta de desarrollo económico, pues implica un serio impacto ambiental y social. Esta situación ha generado igualmente una controversia respecto a lo que se considera minería legal e ilegal, además de otras preocupaciones relacionadas con los posibles daños, en especial lo relacionado con el gasto del agua y la calidad del agua potable. A continuación presentamos algunos desarrollos de la explotación minera como un ASC.

Hansen (2008), resalta la propuesta de un currículo para la formación sociopolítica de Derek Hodson en la que hace un llamado a reflexionar sobre cómo las empresas evitan las regulaciones gubernamentales de un país, mediante la reubicación de las operaciones en países donde los gobiernos son menos respetuosos con el medio ambiente, como es el caso América Latina⁵. En relación con lo anterior, consideramos que la situación actual de la minería en Colombia, tiene mucho que ver con las reflexiones de ambos autores. En

⁴ Ver en el *Plan nacional de desarrollo 2010-2014* “Prosperidad para todos” en: <http://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=4-J9V-FE2pI%3D&tabid=1238>

⁵ Tony E. Hansen en (2008) resalta las potencialidades de la propuesta de Hodson (2003): “Time for Action: Science Education for an Alternative Future”. Para la educación en ciencias.

la actualidad existen varias empresas multinacionales británicas y canadienses en el país que vienen operando la actividad minera como por ejemplo: Colombia Gold, Medoro Resources Limited, AngloGold Ashanti.

Como lo plantea la Revista Catorce ⁶ En el contexto colombiano, es importante resaltar que el Departamento de Antioquia es responsable de la extracción de 70% del oro en el país y por tanto, es posible decir que esta región ha sido una de las más afectadas por los impactos relacionados con esta actividad. Un caso importante y representativo es el del municipio de Remedios. Donde aproximadamente, 5.000 personas se dedican a la explotación directa del oro. Como lo denuncia la Revista citada, un estudio realizado por una comisión de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial “Onudi” encontró que la intoxicación y la contaminación por mercurio son muy altas, y se detectaron casos de personas cuyas muestras de orina arrojaron como resultados 172 microgramos de mercurio en la sangre, cuando los valores normales son de 35 según la Organización Mundial de la Salud.⁷

Un caso similar ocurre en el municipio de Segovia, el cual cuenta con dos quebradas cercanas al casco urbano, estas fuentes hídricas altamente contaminadas por cianuro y por mal manejo de residuos sólidos. Una de estas quebradas, La Cianurada, que toma este nombre por el aporte de cianuro que hace la minería de oro, es afluente de los río “El Aporriado”, “el Bagre”, este último, desemboca en el río Ziguí y luego en el Cauca, en los municipios del Bajo Cauca. Este recorrido permite identificar la expansión y extensión

⁶ Ver en <http://www.catorce6.com/articulo/42/%E2%80%9Czona-de-pequena-mineria-de-oro-en-antioquia-una-de-las-mas-con-taminadas-del-mundo-%E2%80%9D-onu/>

⁷ Datos citados del artículo: “zona de pequeña minería de oro en Antioquia, una de las más contaminadas del mundo”: ONU, de la Revista Ambiental *Catorce 6* en: <http://www.catorce6.com/42/%E2%80%9Czona-de-pequena-mineria-de-oro-en-antioquia-una-de-las-mas-con-taminadas-del-mundo-%E2%80%9D-onu/> consultada el 3 de abril de 2011

de la magnitud y del posible impacto de la contaminación, más allá de sus lugares de origen.⁸



Ilustración 1: Ubicación de los municipios de Remedios y Segovia-Antioquia⁹

Respecto a estas consideraciones, es importante señalar las implicaciones y afectaciones que esta actividad tiene en la salud y en el medio ambiente, pues, ya sea por lixiviación de cianuro o por evaporación del mercurio, que son las técnicas usadas en la actualidad para la extracción minera de oro; tales son los casos de Choropampa y Madre de Dios en Perú donde el mercurio afectó gravemente a la población. “Aún en sitios donde las empresas aseguraban manejar avanzadas técnicas de cuidado ambiental, muestran la incapacidad de la industria y los gobiernos en proteger el ambiente y la salud pública frente a este tipo de actividades” (Odrizola, 2003, pág. 12).

En relación con estas problemáticas inherentes al uso de sustancias contaminantes y su expansión en el medio, este trabajo se interesa en especial, por los efectos del mercurio en la salud humana, como daño a las funciones del cerebro, daño al ADN y cromosomas, reacciones alérgicas, irritación de la piel, cansancio, y dolor de cabeza, efectos negativos en la reproducción, daño en el esperma, defectos de nacimientos y abortos, entre otros.¹⁰

⁸ IBIDEM

⁹ Imágenes tomadas de www.yoquiero.com

¹⁰ Datos tomados de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/hg.htm>

Aclaremos que algunos de estos efectos del mercurio en la salud, están incluidos en las fuentes de información -videos, artículos de revistas,...etc.- que compartimos con las estudiantes en las actividades pedagógicas, de las que hablaremos más adelante.

Con respecto al contenido científico, el estudio del asunto en cuestión permite el uso de un conjunto de conceptos de orden disciplinar de la Química, como puede ser: sustancia pura, elemento, mezcla y su separación, propiedades químicas y físicas de las sustancias, entre otros. De igual manera, para la Biología, la alusión al impacto del mercurio en la salud, permite estudiar en torno a la respiración, el metabolismo celular, algunas patologías, con la Ecología y además del impacto ambiental de este metal sobre los ecosistemas a nivel del suelo y las fuentes hídricas.

En relación con el contexto, si bien las zonas de explotación minera en Antioquia no están ubicadas en la misma ciudad donde viven los estudiantes que participan en esta investigación, si pertenecen al mismo Departamento. Además, es una problemática actual del país, por lo que se considera un asunto interesante a tratar en la Institución Educativa, en términos de formación para la civilidad; es decir, de formar para la crítica y la toma de posturas hacia la defensa de la protección del ambiente, contra la imposición de intereses económicos en relación con el desarrollo del país.

Aunque no es una fuente de información estrictamente científica, “el video prohibido en la televisión colombiana”,¹¹ expone de manera clara y dramática, las ampliaciones que puede acarrear. La explotación minera de oro a nivel de la contaminación en el aire y en los ríos, los problemas de salud que puede causar la exposición al mercurio, cianuro

¹¹ Ver en <http://www.youtube.com/watch?v=g-KM5jx6SUY>

y arsénico. Otro texto importante para fundamentar los perjuicios es el malgasto de agua en la minería y la posibilidad de llevar a cabo esta actividad en los páramos.

Entre otras fuentes compartidas con las estudiantes destacamos los códigos de minas del 2001 y 2010,¹² en los que se puede observar las modificaciones que facilitan la aprobación de permisos de exploración y explotación minera en Colombia.

Igualmente resaltamos el informe de investigación “el lado gris del oro”¹³ en el que además de presentar aspectos disciplinares relacionadas con las propiedades químicas y física del mercurio, muestra los problemas de contaminación por este metal en el Caribe Colombiano, lo que contrasta con el documento “la minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal”¹⁴, en el que se plantean los aspectos positivos de la minería y sus aportes al desarrollo económico del país a partir de la presentación de casos exitosos de algunas naciones Latinoamericanas.

Estas fuentes de información y otras, fueron estudiadas con las participantes, con el fin de que se constituyeran posibles fuentes de justificaciones a sus posturas sobre la minería y en coherencia, fueran usadas para sus argumentos y para la construcción de conocimientos. En la siguiente ilustración, resumimos y relacionamos las bases claves de nuestro marco teórico.

¹² Ver anexos

¹³ Ver en http://www.reactivos.com/images/LIBRO_MERCURIO_-_Olivero-Johnson-Colombia.pdf

¹⁴ Ver en <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>

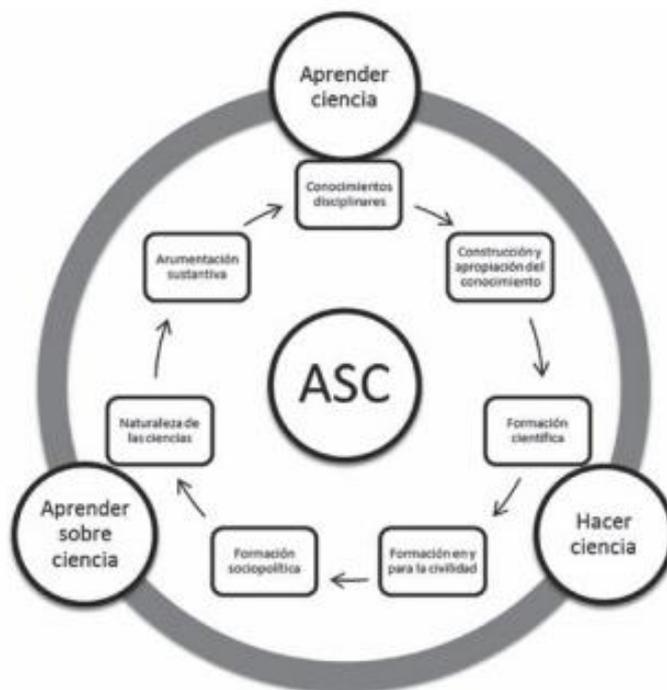


Ilustración 2: Acerca de los posibles vínculos entre las diferentes perspectivas Teóricas que fundamentan la investigación y la propuesta pedagógica.

4. RUTA METODOLÓGICA

En este apartado nos enfocamos en aspectos teóricos que fundamentan la ruta metodológica. En relación con la postura epistemológica asumida en esta investigación, tomando distancia del ideal positivista sobre el cual se plantea un método único para la ciencia, acogemos el paradigma de investigación cualitativa con un enfoque interpretativo, pues consideramos que esta perspectiva de investigación se constituye en un modo particular de acercarnos a la realidad del contexto educativo del aula de clase para interpretar, comprender y valorar procesos de construcción de conocimiento (Rodríguez, Gil y García ,1996; Latorre, Del Rincón y Arnal, 1996; André, 1998)

4.1 La perspectiva elegida: estudio de caso interpretativo

Entre las múltiples tradiciones en la investigación cualitativa, para esta investigación, elegimos el estudio de caso, a través del cual pretendemos estudiar la particularidad y la complejidad de un caso singular, para llegar a comprenderla en circunstancias concretas (Stake, 1995). Para Goetz y Lecompte (1998) el estudio de caso no sólo es una estrategia de investigación en sí, es una herramienta imprescindible para quienes pretenden describir y comprender en profundidad contextos de enseñanza y aprendizaje.

Con base en lo anterior, queremos resaltar la pertinencia del estudio de caso como un método de investigación cualitativa que, desde una perspectiva interpretativa, nos permite el estudio de un escenario como el aula de clase y en particular la clase de ciencias, a partir de las interacciones discursivas de las estudiantes participantes (Lüdke y André, 1986; Latorre, Del Rincón y Arnal, 1996).

En relación con esta perspectiva interpretativa, consideramos que el *análisis de contenido* nos ofrece la posibilidad de investigar por la naturaleza del discurso e indagar en profundidad y con detalle el contenido de la comunicación (Krippendorff, 1980; Bartolomé, 1981; Piñuel, 2002),

De acuerdo con Piñuel (2002), se le llama *análisis de contenido* a una serie de procedimientos interpretativos, tanto de textos escritos como de los que provienen de las transcripciones del discurso oral. Desde su punto de vista es importante centrar los análisis en unidades de registro y unidades de contexto; la primera es la unidad central objeto de interpretación y la segunda se refiere al “texto” en el cual está contenida esta unidad de registro. En nuestro caso y siguiendo a Foucault, asumimos como unidades de análisis los enunciados.

Los enunciados son unidades de discurso que en sentido filosófico, hacen posible un análisis del mismo en su complejidad, discontinuidades o rupturas, correlaciones y modos de existencia; así, los enunciados son unidades no equiparables a las oraciones gramaticales, ni a las proposiciones de la lógica formal. (Foucault, en Henao 2010, p. 188).

4.2 El caso a estudiar: grupo de estudiantes de décimo grado que discute sobre la minería del oro como un asunto sociocientífico

El caso de estudio alude a la comprensión de lo que sucede en un escenario de actividades pedagógicas de debate y discusión en las que un grupo de estudiantes opinan, plantean y argumentan sus puntos de vista sobre la controversia actual relacionada con la minería del oro y su impacto en el ambiente.

Se trata de un grupo de 30 estudiantes con edades entre los 15 y 17 años de grado décimo del Centro Formativo de Antioquia –CEFA–, institución educativa del municipio de Medellín, entre agosto y octubre de 2011. Estas estudiantes pertenecen a la modalidad “Ciencias Químicas”, en la que además de las “asignaturas” regulares del currículo oficial, profundizan su formación en Química con un curso denominado *Análisis de muestras de Químicas*. A través de este curso reciben un certificado de bachiller técnico otorgado por el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA–, institución educativa, que forma técnicos y tecnólogos a nivel local y nacional.

Resaltamos que este grupo tiene un especial interés en el estudio de la Química y presentan sensibilidad, interés y preocupación sobre los temas relacionados con el medio ambiente; por ello, consideramos que es un grupo en el cual resulta pertinente abordar la propuesta pedagógica que incentiva el debate y la discusión argumentada en el contexto de discusiones en torno al ASC sobre la explotación minera del oro, un asunto que tiene fuertes relaciones con contenidos disciplinares de la Química.

Esta investigación se lleva a cabo en la Institución Educativa con permiso de la administración y con consentimiento de las estudiantes para hacer uso de la información que se deriva de su participación en esta investigación. Como compromiso y respeto, se construye un protocolo ético¹⁵ firmado por las participantes y el investigador.

Al inicio del desarrollo de la propuesta pedagógica en la que se centra nuestro trabajo, a las estudiantes les presentamos de una forma general, de qué trata la investigación y la importancia de la argumentación en el aprendizaje de las ciencias, justificando la pertinencia de tratar el dilema sociocientífico propuesto, de acuerdo con la situación actual de la minería en Colombia, como controversia en términos de sus posibles aportes al desarrollo económico del País en contraste con la problemática ambiental y social que genera esta actividad.

Con el grupo de estudiantes, realizamos actividades que privilegian las discusiones, los debates y la argumentaciones en torno “al impacto de la explotación minera del oro en el ambiente”; dinámicas de las cuales tomamos informaciones orales y escritas que permitieron afrontar las preguntas y los propósitos de esta investigación. Es importante aclarar que en este estudio se privilegian algunas intervenciones que consideramos significativas.

Con anterioridad a la realización de cada actividad, las estudiantes acceden a textos – reportajes, videos, artículos de revista, etc. – que se constituyen en fuentes de información y divulgación como documentales y reportajes en video, algunos textos escritos como artículos de revista, informes de investigación, entre otros; todos con contenidos referentes a la explotación minera del oro y el dilema sociocientífico del desarrollo

¹⁵ Ver anexo 8.1. Protocolo ético

económico vs el impacto en el ambiente. En la tabla 1, presentamos las actividades pedagógicas diseñadas como propuesta objeto de estudio, dichas actividades fueron registradas en audio y video durante sesiones de una hora aproximadamente.

Tabla 1: Actividades pedagógicas

ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS	
Situación pedagógica	Propósito pedagógico
Producción escrita orientada por un cuestionario entorno a consideraciones iniciales sobre la minería en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiciar en los estudiantes la expresión de algunas posturas y reflexiones, con base en preguntas orientadoras sobre la explotación minera en Colombia, en relación a algunas fuentes de información y divulgación presentadas a las participantes.
Videoforo de discusión sobre el documental: Choropampa el precio del oro y el reportaje el precio del oro ocho años después	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiciar un espacio para la discusión con posturas y reflexiones de las participantes relacionando la actividad científica con las dimensiones: social, político, ético y ambiental, que hace parte de reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias. ➤ Incentivar la búsqueda de posibles consensos de pequeños grupos de estudiantes en relación con aspectos concernientes a la naturaleza de las ciencias.
Debate sobre la posibilidad de la explotación minera de oro en una zona del sur	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiciar un espacio pedagógico para la discusión y debate, donde las participantes deben asumir una postura previamente asignada: a favor y en contra de la propuesta de la explotación minera. ➤ Incentivar la producción de argumentos para defender puntos de

del Valle de Aburrá	vista, utilizando las fuentes de información específicas para cada postura.
Discusión sobre la divulgación del conocimiento científico en los medios de comunicación en relación con el caso de la minería	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incentivar la toma de posturas sobre la manipulación y divulgación del conocimiento científico a la ciudadanía por parte de los medios de comunicación.
Producción escrita orientada por un cuestionario El artículo de la revista semana sobre la historia de la minería en Colombia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiciar un espacio para el estudio histórico de la minería en Colombia ➤ Incentivar la producción escrita de las estudiantes respecto a cómo ha evolucionado la explotación minera en Colombia hasta la actualidad
Lectura del Debate sobre la minería en Colombia “Revista Semana”	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Propiciar la apropiación de posturas a favor y en contra de la minería

4.3 Categorías de análisis: Un punto de partida para la interpretación de los argumentos de las estudiantes

En coherencia con los propósitos centrales de esta investigación, con la perspectiva epistemológica y teórica, y con las estrategias de análisis cualitativo de contenido, definimos dos macrocategorías, las que a su vez se dividen en categorías y éstas en subcategorías.

Las dos macrocategorías pretenden ilustrar lo que han sido dos propósitos inseparables de la educación en ciencias; propósitos que han sido expresados de diferentes maneras: fomentar la apropiación de las culturas científicas y propiciar una formación en y para la ciudadanía (Henaó y Palacios, 2012). Asignamos a estas macrocategorías los nombres de *formación científica* y *formación en y para la civilidad*. En lo que sigue asignamos significado a las macrocategorías así como a sus respectivas categorías y subcategorías. Para profundizar en los análisis de los enunciados correspondientes a esta categoría, usamos algunos de los elementos considerados en la rúbrica de Henaó, B (2010, p 237).

4.3.1. Formación científica

Como lo anotamos, la formación científica está referida a la apropiación de las culturas científicas que, propuesto por Toulmin (1977) tiene que ver con la apropiación de lenguajes, signos, códigos, procedimientos y formas de razonar, así como con la apertura intelectual. En concordancia, acogemos los planteamientos de Hodson (2003), quien en contraposición a un aprendizaje dogmático centrado en contenidos, considera que la educación científica tiene que ver, entre otros aspectos con: *aprender a hacer ciencias* y *aprender ciencias*. En lo que sigue nombramos y damos significado a las categorías incluidas en esta macrocategoría.

4.3.1.1. Hacia una construcción de conocimiento

Relacionamos esta categoría con los denominado *procesos epistémicos*, es decir con procesos de construcción de conocimiento –relacionar datos con conclusiones, usar informaciones para justificar puntos de vista, codificar información con base en conocimientos ya adquiridos, entre otros–. En contextos argumentativos, los procesos epistémicos están estrechamente relacionados con procesos sociológicos y por tanto con el uso de recursos argumentativos.

Esta categoría se incluyen dos subcategorías relacionadas entre sí, la primera incluye cuestiones en las que centramos la mirada en procesos epistémicos de orden cognitivo y en la segunda visibilizamos aquellos procesos de orden sociológico.

4.3.1.1.1 Enunciados relacionados con procesos de orden cognitivo

Se trata de aquellos enunciados contruidos a nivel individual para justificar un punto de vista; y se relacionan por ejemplo, con la selección de información para usarla como sustento. Si bien, para Toulmin los argumentos sustantivos se caracterizan por incluir cualificadores modales y refutaciones, en este trabajo, llamaremos como *sustantivos* sólo a aquellos enunciados que presentan explícitamente refutaciones y denominamos *justificados* a los enunciados que además de tener la justificación, incluyen matizadores.

4.3.1.1.2 Enunciados relacionados con procesos sociológicos

Incluimos enunciados que hacen parte de posturas ya sea a favor o en contra de otros puntos de vista. Resaltando el carácter dialógico de las intervenciones de las estudiantes en actividades de discusión y les permiten: evaluar, validar, discutir, intercambiar, disentir, consensuar, refutar y complementar puntos de vista propios y ajenos.

4.3.1.2. Hacia una apropiación del conocimiento

En esta categoría resaltamos el uso de modelos explicativos, conceptos y procedimientos, es decir de *datos* y *garantías*¹⁶ que estén relacionados con un campo científico – de las Ciencias Naturales y de las Ciencias Sociales para justificar punto de vista-.

¹⁶ Ver Ilustración 17: MAT, basado en los aportes de Toulmin (1958), Toulmin & Janik (1984)

Esta categoría comprende dos subcategorías; la primera tiene que ver con aquellos enunciados que se sustentan en conceptos y conocimientos propios de las Ciencias Naturales y la segunda con enunciados sustentados en conceptos y conocimientos relacionados con las Ciencias Sociales.

4.3.1.2.1. Puntos de vista sustentados en las Ciencias Naturales

Aquí hacemos referencia a los enunciados sustentados en datos y conocimientos de la Biología, la Química y la Educación ambiental.

4.3.1.2.2. Puntos de vista sustentados en las Ciencias Sociales

Aquí nos referimos a aquellos enunciados que se sustentan en datos y conocimientos de las Ciencias Sociales, relacionados con ámbitos como el ético, el político, etc.

4.3.2. Formación en y para civilidad

Es posible decir que la Educación en Ciencias ha tenido como propósitos, no sólo la apropiación de conocimientos científicos, también se ha preocupado por aspectos formativos; es el caso del enfoque CTS en el que se propone incluir de reflexiones sobre la naturaleza de las ciencias en la enseñanza para contribuir a una formación ciudadana para la autonomía y la democracia, en relación con la *alfabetización científica*. (Aikenhead, 1985; 2005; Vilches y Furió, 1997).

Al respecto, Hodson (2003; 2004) desde una perspectiva crítica, propone ir más allá de la alfabetización científica, para propender por una *formación sociopolítica*, en la que además de *aprender a hacer ciencia* y *aprender ciencia*, es necesario aprender sobre la naturaleza del conocimiento científico, es decir, *aprender sobre la ciencia*, atendiendo al carácter sociopolítico de esta.

Como lo señalan Henao y Palacios (2012), toda propuesta curricular y pedagógica aporta a una formación sociopolítica. Algunas de estas propuestas pueden privilegiar la formación de sujetos conformistas y pasivos o como lo plantea el mismo Hodson “Críticos de Sillón”. Nuestro interés está dirigido a una formación en y para la civilidad, es decir, hacia la crítica y el compromiso con la acción, aspectos que destacamos en términos de expresiones de resistencia. En lo que sigue nombramos y definimos las dos categorías que pertenecen a esta macrocategorías.

4.3.2.1. Reflexiones sobre la ciencia

Relacionamos esta categoría con reflexiones críticas sobre la naturaleza del conocimiento científico que, abarca desde algunas visiones científicistas de la ciencia hasta la consideración de la ciencia como una actividad sociocultural relacionada con ámbitos como el ético, político y social.

4.3.2.2. Hacia la construcción de civilidad: expresiones de resistencia

En esta categoría, resaltamos aquellos enunciados que se configuran en expresiones de resistencia, es decir, en llamados que hacen las estudiantes a luchar por reivindicaciones para el bienestar de todos los ciudadanos; a partir de propuestas y actuaciones civilistas. En este grupo de enunciados, destacamos aquellos mediante los cuales las estudiantes reflexionan sobre su proceso de formación en relación con aprendizajes y contribuciones que este les deja. Desde nuestro punto de vista, estas cuestiones están relacionadas con las consideraciones de Villavicencio (2007) sobre la civilidad, la que a su vez implican resistencias (Giraldo, 2008).

Con el fin de hacer los análisis vinculados a estas categorización, conviene hacer algunas precisiones teóricas, pues consideramos que las reflexiones de Villavicencio y

Giraldo mencionadas anteriormente, están relacionadas con el llamado que hace Hodson de un currículo para la formación sociopolítica, el cual se configura en un proceso caracterizado por lo que el autor denomina niveles sofisticación, de los cuales los dos primeros se relacionan con apreciar el impacto social de los desarrollos científicos y con reconocer que la ciencia tiene responsabilidad en la distribución de la riqueza y el poder; el tercero y cuarto tienen que ver con la posibilidad de plantear puntos de vista críticos y prepararse para la acción, respectivamente.

Además de las consideraciones de Hodson (2003; 2004), Villavicencio (2007), Giraldo (2008) y Candela (1999), para realizar los análisis, nos apoyamos en el MAT Toulmin (1958), Toulmin & Janik (1984) y en la rúbrica de Henao (2010).¹⁷

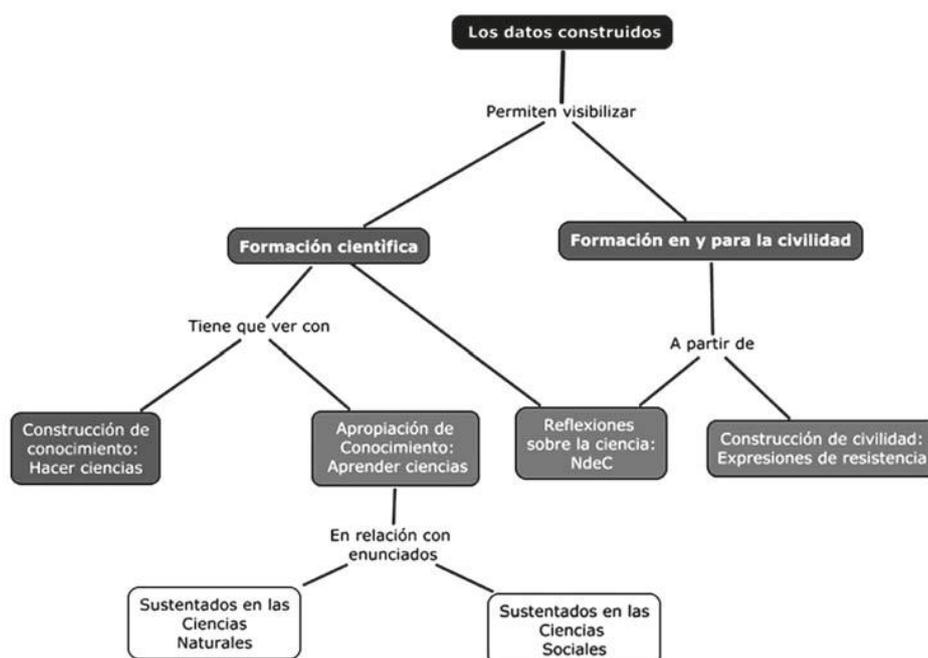


Ilustración 3. Aspectos importantes de la argumentación sustantiva: retos y propósitos de la educación en ciencias en relación con la construcción de civilidad.

¹⁷ Modelo argumental de Toulmin expresado por Berta Lucia Henao sierra en su tesis doctoral

5. ANÁLISIS Y HALLAZGOS

En lo que sigue presentamos algunos enunciados que, desde nuestro punto de vista, permiten inferir las formas cómo, en las discusiones y específicamente en algunos argumentos de las estudiantes, se incorporan elementos indicadores de los diversos aspectos que hemos considerado y que se relacionan con la formación científica en y para la civilidad.

Respecto a los hallazgos, conviene aclarar qué nivel general, subrayamos¹⁸ algunos indicadores que, en relación con la categoría en la que los hemos agrupado, nos sirve para analizar e interpretar el contenido de los enunciados. Nuestras interpretaciones y descripciones son presentadas en forma narrativa, a partir de algunos ejemplos ilustrativos.

Es posible que algunos enunciados se relacionen con más de una categoría, no obstante, confiamos en que las decisiones tomadas a la hora de llenar de contenido cada categoría, nos haga posible una mejor comprensión de nuestras unidades de análisis. Iniciamos revisando algunos enunciados relacionados con la construcción y apropiación de conocimiento, en la macrocategoría que hemos denominado “*formación científica*”.

5.1 Construcción de conocimiento: justificación y matización de los puntos de vista

En los siguientes ejemplos presentamos algunos enunciados que les permite a las estudiantes justificar sus puntos de vista o posturas asumidas, en relación con la

¹⁸ Estas son las convenciones para identificar cada uno de los casos que queremos resaltar en el texto: Justificación, Cualificador modal, Refutación, sustento y respaldo

construcción y apropiación del conocimiento. Entendidos como proceso de relacionar puntos de vista con las razones que los sustentan y éstas con sus respaldos. Así como, con la selección de informaciones para apoyar sus aseveraciones y posturas.

Respecto a la pregunta del cuestionario: ¿Estás de acuerdo con gastar agua en la minería? Angie responde, “... *No, no estoy de acuerdo, porque lo que se gasta es agua potable; agua que no solo nosotros los colombianos sino todo el mundo necesita. Mientras en la minería se malgasta millones de litros de agua, en otros países o ciudades las personas se mueren por deshidratación y no me parece sacrificar la vida de más de una persona por solo un gramo de oro*”.

La alusión al agua potable, no es adecuada desde el punto de vista disciplinar, aunque esto no demerita la importancia de su justificación. Cabe destacar la relación que establece entre “gasto” y “carencia”; “litros de agua” y “gramos de oro”, que son informaciones que la estudiante toma del video para justificar su punto de vista.

Diana, una de las estudiantes más críticas, quien se reconoce a sí misma como una activista, responde a la misma pregunta y se adelanta a una posible refutación, aludiendo a la importancia de la minería: “...Para mi concepto, no es muy importante, porque produce el 1% del empleo en Colombia y personalmente he conocido muchos accidentes donde casi todos los mineros mueren. Para mí no se justifica gastar tanto para producir tan poco, tal vez sea importante en la obtención de algunos minerales y metales”.

La estudiante parece reconocer algunos aspectos positivos de la minería, pero considera que son más las incidencias negativas que positivas, como podemos ver, cita el dato del empleo como sustento, con base en el video¹⁹ visto, al tiempo que matiza su

¹⁹ Ver en <http://www.youtube.com/watch?v=g-KM5jx6SUY>

punto de vista e incluso presenta otra refutación al final de su planteamiento relacionada con los recursos que se pueden obtener.

A la misma pregunta, Tatiana responde: “...*No aceptaría que se gaste tanta agua, es más, eso no es gasto sino desperdiciar; el agua es indispensable para la vida, cada vez se escasea más. Muchos países no tienen el privilegio que tenemos, por ningún motivo el agua debe ser utilizada para la minería*”.

En este caso la estudiante no justifica su punto de vista con un dato específico tomado del video, como ha ocurrido en los casos anteriormente presentados, sin embargo manifiesta sus conocimientos en relación con la situación actual del agua a nivel mundial y enfatiza en que el agua es un “privilegio”, aclaración que ayuda a fortalecer la justificación de su postura, lo que lo convierte en una postura muy contundente.

Otro enunciado justificado y matizado, pero en este caso en el contexto del debate, en el cual se discute sobre la pertinencia o no de llevar a cabo explotación minera en el Sur del Valle de Aburrá, tomado de una intervención que surge cuando se está debatiendo sobre los beneficios que la minería del oro podría traer al país, en cuestiones de orden económico como por ejemplo la generación de empleo. Sara que tiene el rol²⁰ de estar en contra de la explotación minera del oro, hace referencia a lo innecesaria que sería la minería en relación con el empleo que podría generar, la estudiante plantea: “...Yo no creo que un país tan grande como Colombia tan dotado de riquezas, no tenga para darle empleo a un 1% de los empleos que ustedes les están ofreciendo”. En lo que subrayamos,

²⁰ Para el debate se conformaron dos grupos, uno de ellos de *expertos en la minería* y a favor de la misma y otro grupo de personas que están en contra de dicha actividad.

resaltamos una expresión que entendemos como un matizador que antecede la justificación de la estudiante y que deja entender que es una postura personal.

Respecto a la justificación de su punto de vista, está soportada igualmente en información del video²¹ la cual acoge y expresa como postura propia para argumentar y confrontar al otro grupo de estudiantes, y de esta manera fortalecer la perspectiva de quienes en el debate están en contra de la minería

Siguiendo con otros ejemplos resaltamos enunciados tomados de las respuestas de las estudiantes en el cuestionario sobre la minería en Colombia, en relación con sus puntos de vista sobre si la minería puede aportar al desarrollo económico del país. Estefanía afirma que, “...*No, no lo es, si la minería solo aporta el 1% de la economía del país ¿cómo puede ser importante para su desarrollo?*”

La estudiante respalda su justificación de forma similar a los casos presentados anteriormente en el “video prohibido en la televisión colombiana”, que le fue presentado antes de resolver el cuestionario, el sustento a su punto de vista se fundamenta en el porcentaje de empleo que genera la minería. La pregunta planteada al final de la intervención de la estudiante tiene dos funciones, en primer lugar, puede potenciar la justificación del punto de vista y en segundo lugar, se adelanta a una posible refutación.

En su consideración, Isabel presenta una justificación, un cualificador y una refutación, “...*Quizá, porque a pesar de todo constituye una entrada, aunque no alcance a otorgar todo lo requiere para su explotación*”. En su postura la estudiante deja abierta la posibilidad a que la minería pueda aportar al desarrollo del país, luego presenta un refutador para cuestionar la relación entre las ganancias que genera la minería y los gastos

²¹ Ver en <http://www.youtube.com/watch?v=g-KM5jx6SUY>

para llevar a cabo dicha actividad, en esa relación que establece, le da menos valor al desarrollo económico.

Continuamos con la postura de Katherine, la cual es interesante, pues a pesar que no es explícita la matización, podemos interpretar una refutación inherente al enunciado que se relaciona con el dilema sociocientífico que hemos planteado de “el desarrollo económico vs el impacto en el ambiente”, la estudiante dice, *“Es importante por las riquezas que de éstas se obtienen, y porque el país incrementa tanto en la economía como en contaminación”*.

La estudiante alude a las dos caras de la moneda de la minería y la relación directa entre el desarrollo económico y el impacto en el ambiente, es decir, a mayor explotación más ingresos económicos, al mismo tiempo más contaminación. La relación que presenta nos parece sarcástica y entendemos su postura como contraria a la explotación minera del oro.

También queremos resaltar, la postura de Yaritza, una de las estudiantes que más está en contra de la minería, como lo podemos ver más adelante en sus intervenciones en el debate. A la pregunta del cuestionario, sobre la importancia de la explotación minera en el país responde: *“... la minería puede traer recursos económicos y ayudar por medio de dinero, pero es más importante el conservar nuestro territorio, nuestros suelos la explotación minera no solo gasta agua tan bien daña los suelos agrícolas. La explotación puede aportar al desarrollo del país económicamente, pero lo puede atrasar por que el sostenimiento de las familias a través de la agricultura estarían atrancadas, estancadas, la minería no solo está acabando con nuestra fuente de agua sino también con nuestra alimentación”*.

De regreso al debate, en el cual se discute sobre la pertinencia o no de llevar a cabo explotación minera en el Sur del Valle de Aburrá. El siguiente enunciado es tomado de una intervención surgida cuando se está hablando de los beneficios que la minería del oro podría traer para el país, Winny a quien se le asigna el rol en contra de la explotación minera plantea que, “...*Pues, yo pienso que más que hablar de los recursos que podemos ganar, debemos pensar en que no vamos a tener estabilidad en el ambiente, ¿de qué nos sirve el dinero si no tenemos un territorio?”.*

En su postura, la estudiante deja ver lo que para ella es más importante en relación con el dilema sociocientífico planteado, es decir, destaca la necesidad de pensar en el medio ambiente y no en los recursos económicos que puede generar la minería, al surgir en el contexto de un debate, el cuestionamiento que hace al final de su intervención sirve tanto para reafirmar y potenciar su postura, como para anticiparse a una posible refutación por parte de sus compañeras.

Entre los enunciados que se toman del video foro²² que nos indican argumentación sustantiva, resaltamos la consideración de Paula que pertenece al equipo que habla de la relación ciencia-política, la estudiante plantea, “...*Pues sinceramente por mi parte, no le veo el lado bueno a la minería, pero según el gobierno y ciertas personas, da trabajo, entre comillas, también enriquece económicamente y se forman lazos políticos más estrechos entre un país y otro*”.

A pesar de que la estudiante no está de acuerdo con la minería, tiene en cuenta algunos beneficios que tiene dicha actividad. En esta postura la estudiante reconoce el punto de vista del gobierno quien apoya la minería, por lo tanto podemos decir tienen en

²² Esta actividad, trataba de qué por grupos establecieran de forma argumentada, las relaciones de la ciencia con algunos ámbitos como el social, político, ético y ambiental.

cuenta que hay otros puntos de vista, aunque no los comparta; resaltamos este aspecto como un indicio de flexibilidad intelectual y respecto hacia otras posturas.

Queremos resaltar a pesar de que en el video presentado antes del cuestionario se enfatizaba en los aspectos negativos de la minería, algunas estudiantes expresaron aspectos positivos de dicha actividad. En relación con la argumentación sustantiva dicho reconocimiento abre un abanico de expresiones en las que las estudiantes reflexionan sobre qué aspectos tienen más peso ya sea a favor o en contra, para de esa manera tomar postura, con la posibilidad que en sus interpretaciones y expresiones haya presencia de matices.

Respecto a nuestro objeto de análisis, es decir, a la identificación de posibles rasgos o indicios de argumentación sustantiva en los enunciados, encontramos una serie importante de cualificadores modales y refutaciones en los enunciados analizados; valorando estos hallazgos, nos parece que hay un valioso acercamiento a lo que Toulmin denomina flexibilidad intelectual y apertura al cambio y a la crítica.

En las actividades socioculturales como el debate y el Videoforo de discusión, surgieron argumentos a favor de otros puntos de vista, así como contraargumentos hacia posturas de las cuales se disentía, lo que a veces dependía del rol de la estudiante durante la actividad. A continuación presentamos algunos ejemplos de ambos casos, configurados en fragmentos del debate en los cuales se presentan enunciados a favor y en contra de otros puntos de vista.

Durante el debate, entre las consideraciones para justificar la explotación minera del oro en el sur del Valle de Aburrá, algunas estudiantes aludían a que muchas personas vivían de esta actividad. Otro aspecto utilizado en defensa de la actividad minera tenía

que ver con la necesidad de obtener los recursos minerales que son necesarios para la construcción.

Entre las intervenciones iniciales del debate, Aura que pertenece al grupo que está en contra de la minería, interviene y desata una serie de argumentos a favor y en contra de su punto de vista, al respecto la estudiante afirma, "... *Las multinacionales mineras dicen que nos ayudan con maquinaria y carreteras, pero la minería solo nos deja el 15 % de la ganancia, entonces ¿para qué nos dan maquinaria si se nos llevan la mayoría de la ganancia y nos dejan contaminados?*".

Este cuestionamiento de la estudiante a la megaminería que es realizada empresas multinacionales, genera múltiples respuestas del otro equipo, entre ellas destacamos la de Isabel que plantea: "*Igual la minería artesanal no deja nada de ganancias, porque es ilegal y contamina mucho más*" a lo que posteriormente, Alejandra agrega, "...*Minería de acá o minería extranjera siempre va a existir*". Ambas justificaciones están dirigidas a defender una misma postura relacionada con que la minería realizada a gran escala es legal y la artesanal es ilegal, por lo que se convierten en contraargumentos al planteamiento de Aura.

Nuevamente Isabel interviene para darle más fuerza a su postura agregando, "... *Es muy fácil desde otro punto de vista eliminar lo que no nos está beneficiando, si ustedes no comparten el punto de vista de los mineros, no pueden saber lo que significa para ellos*". Luego, de nuevo Alejandra, "...*Yo quiero apoyar a Isabel, lo que ustedes dicen es muy bonito, pero si ustedes dicen que no apoyan la minería ¿por qué la usan?*".

Desde el rol que tiene en el debate, Alejandra defiende la postura de su compañera, la cual se basa en que se debe reconocer que la minería es importante para algunas personas, al respecto creemos que la pregunta que realiza es bastante contundente pues se configura

en una reflexión y cuestionamiento una incoherencia entre la crítica y la acción. Esto nos parece un recurso argumentativo Candela (1997), porque además de justificar la postura de su compañera, la estudiante está demandando argumentos más válidos.

Posterior al cuestionamiento planteado por Alejandra, interviene Karla y en lugar de responderle a Alejandra, realiza una contra pregunta, *“Quienes apoyan la minería todo lo maquillan con la maquinaria y la tecnología que nos va a hacer avanzar, pero y ¿las consecuencias que?”* “Queremos destacar que Karla evade el cuestionamiento de Alejandra y, aunque no lo dice explícitamente, su intervención estaría apoyando el punto de vista de Aura.

En referencia a lo planteado por Karla, Winny su compañera añade, *“Debemos pensar en el futuro, Además la parte sur del Valle de Aburra, empezando por Itagüí que es el municipio industrial de Colombia, ha tenido sostenimiento económico para el Valle del Aburra y para el país, no necesita de la minería para estar bien”*. Creemos que ésta es una buena justificación, porque la estudiante contextualiza el debate²³ con información importante.

En contraposición al punto de vista de Winny, Valentina interviene, *“Respecto a lo que dice Winny, si bien se dice que la minería representa el 1 % del trabajo, para nadie es un secreto que muchas personas viven de eso, ¿si la minería se acaba como van a sostener a sus familias?”*.

Valentina además de contraargumentar a Winny, justifica su postura con un cuestionamiento. Al grupo que cumple el rol a favor de la minería, planteando que esta actividad es necesaria para las personas que viven de ella, lo que refuerza una intervención

²³ Debate sobre la pertinencia o no de la explotación de una mina de oro en el Sur del Valle del Aburra, que comprende al municipio de Itagüí entre varios.

planteada anteriormente por su compañera Isabel, quien interviene diciendo “...Ustedes dicen que exterminemos la minería, que se acabe, porque está acabando con el medio ambiente, ¿con qué cara le dicen a la gente que viven de la minería que ya no van a poder seguir? ¿O ustedes les van a dar trabajo?”.

El cuestionamiento de Isabel, le da pie a Diana para contraargumentar, “... Hablando del punto que ustedes decían ahorita que los activistas solo decían que no a la minería, pero no hacían nada, hay dos puntos que se pueden ver; yo tengo un caso particular de un señor que se llama Juan Ceballos él es un abogado y él es activista, pues para mí es un ejemplo total -lee fuente bibliográfica- él ha luchado contra la minería, pero nadie lo escucha. El gobierno dice que va a escuchar, pero no lo hacen. Si hay soluciones, ahora Isabel decía como decirles que no sigan trabajando porque están destruyendo el planeta, si ustedes no miraran tanto las perspectiva económica y enriquecerse y miraran más lo social y cómo podemos cambiar y transformar esa economía, podríamos ir parando la minería y darles otra fuente de empleo, los movimientos indígenas pueden enseñarnos a transformar con : el arte, las artesanías, todo lo ambiental y se puede dar empleo, empleo es lo que sobra, simplemente ustedes lo que quieren es ganar y que otro vengan a creerse <<ricos>> por la minería y no ven otras perspectivas ustedes están muy cerrados, solo quieren ver sus cosas y no quieren ver otras perspectivas y no darse la oportunidad de cambiar”.

Este contraargumento nos parece que está bien justificado, incluso está sustentado y respaldado en un autor. La estudiante no se limita a dar su punto de vista, también se apropia de los sustentos y la justificación de un argumento del otro grupo para fortalecer su postura. En su punto de vista, la estudiante hace un llamado a cambiar la minería por la artesanía como solución a la necesidad de empleo. Finalmente queremos resaltar la

reflexión que hace la estudiante sobre que es necesario reconocer otras perspectivas y no cerrarse en la postura propia; de nuevo nos parece que encontramos un buen indicador de flexibilidad intelectual y el reconocimiento y respeto por otros puntos de vista.

Reconocemos que en varios casos de los ejemplos citados, no es muy notorio el uso de sustentos y respaldos para soportar los puntos de vista, al respecto, queremos destacar la participación activa de las estudiantes y su compromiso por sostener el clima de debate generando cuestionamientos y contraargumentos interesantes, incluso por momentos parecía que el grupo que defiende la explotación minera tenía mejores argumentos, eso denota un esfuerzo por defender dicha postura y que en algunos casos, las estudiantes estaban asumiendo el papel que quizás no compartían.

Resaltamos en alusión al debate, la pluralidad de expresiones y de matices en cada punto de vista, pues en la medida que cada estudiante pueda expresar su postura, esta es escuchada y aprobada y desaprobada. La interacción discusiva puede conllevar al mejoramiento y reestructuración de las justificaciones para soportar sus puntos de vista, además fortalece el uso de recursos argumentativos y la construcción de mejores justificaciones.

5.2 Apropiación del conocimiento científico: sustentos en datos y conocimientos de las Ciencias Naturales y sociales

El propósito pedagógico que subyace al acercamiento de los estudiantes a los diferentes “textos” es el de propiciar informaciones que les permiten comprender diversos aspectos de la problemática tratada y conocer razones subyacentes a los diferentes puntos de vista. Además de incentivar el uso de sustentos y de respaldos que sean confiables y que les permitan autoevaluación de sus propias consideraciones.

En relación con la apropiación de conocimiento, en lo que sigue de los análisis, prestamos atención a los sustentos utilizados por las estudiantes para justificar sus puntos de vista, iniciamos con aquellos enunciados sustentados en conceptos y conocimientos relacionados con las Ciencias Naturales.

Como respuesta a la pregunta del cuestionario: ¿Estás de acuerdo con gastar tanta agua en la minería?, todas las estudiantes expresaron no estar de acuerdo, y como vimos en los anteriores ejemplos, sus justificaciones contenían una variedad importante de datos, en su mayoría relacionados con la información del video, en este caso queremos resaltar una postura sustentada con conocimientos propios de la Biología. Diana Responde que no está de acuerdo con el gasto de agua en la minería, al respecto dice por qué, “...*La minería Contamina los ríos que están cerca de él, esto causa que los metales y minerales que deja en el agua sea consumida por los peces y la cadena alimenticia este llena de mercurio hasta llegar a nuestros organismos de manera irreversible*”.

En el anterior enunciado, podemos encontrar que la estudiante sustenta a partir del concepto *cadena alimenticia*, nos parece interesante porque en las fuentes de información compartidas con las estudiantes, no se hace referencia a un término del contenido escolar y esto nos indica que ella relaciona este concepto con la información sobre la minería para justificar su punto de vista. Es importante mencionar que la estudiante parece relacionar el gasto de agua con la contaminación, pues hace referencia a que la actividad minera puede llevarse a cabo cerca a fuentes hídricas. Es importante aclarar que como respuesta a la primera pregunta del cuestionario, es la única sustentada desde conocimiento disciplinar.

Desde el punto de vista disciplinar, consideramos *adecuado* el uso del concepto *cadena alimenticia*, en el contexto que es presentado; además, como conocimiento de la

Biología nos parece válido para defender la postura en contra del gasto de agua en la minería. Este ejemplo es muy significativo porque como lo anotamos para el momento que es presentado por la estudiante, no estaba incluido en las fuentes de información, es decir, la estudiante fundamenta su argumento en sus conocimientos disciplinares ya apropiados.

Otro ejemplo de sustento desde el ámbito disciplinar, en marco esta vez del Videoforo de discusión sobre el documental: “Choropampa el precio del oro”, tiene que ver con una parte de la respuesta del equipo que le correspondía argumentar la relación entre la ciencia y la política, más adelante analizaremos la respuesta completa, por ahora nos ocuparemos del contenido disciplinar que para el caso tiene que ver con la Química, el equipo responde que, “... *Aparte de todo ignoran el peligro que el mercurio trae a la población. El mercurio tiene alta toxicidad y es un veneno para nuestro cuerpo, siendo altamente volátil atenta contundentemente contra nuestra salud*”.

Las estudiantes en posible consenso, consideran algunas características del mercurio, en términos de toxicidad y la volatilidad; en el caso de este último concepto, se relaciona con el cambio de estado que permite la separación de la mezcla. Consideramos que es moderadamente adecuado el uso del concepto desde el punto de vista disciplinar porque tienen en cuenta una propiedad del mercurio.

De la misma actividad presentamos un enunciado del grupo al que le correspondía la relación entre la ciencia y el ambiente, “... *Al ingresar, ya sea por vía respiratoria, ingestiva , y por nuestros poros, el mercurio causa afecciones como malformaciones genéticas, abortos espontáneos, enfermedades dermatológicas, sangrados nasales, deficiencias renales en el hígado, en cuanto al ambiente y nuestro entorno, el mercurio*

causa infertilidad de las tierra y provoca, daños en la vegetación, los cultivos, los animales domésticos”.

Estos datos citados sobre las consecuencias ambientales y de salud pública que genera la minería, le sirven como sustento al equipo, para explicar el posible impacto de la explotación minera en el ambiente. En relación con la conclusión, los sustentos son pertinentes porque vienen al caso y son adecuados ya que desde el punto de vista disciplinar son adecuados y suficientes para justificar los problemas ambientales y de salud que causa el mercurio, por lo que esta justificación nos parece notable ya que la estudiante utiliza varios datos como sustento.

Otro enunciado relacionado con conocimiento de las Ciencias Naturales, esta vez del debate, es el de Yaritza quien hacia parte del grupo que no estaba de acuerdo con la explotación minera dice, “... *el mercurio hace un daño irremediable en nuestro organismo, ya que el mercurio se inhala porque con un cambio de temperatura mínimo se evapora y queda en nuestra atmosfera*”. Este enunciado, complementa planteamientos presentados anteriormente relacionados con la contaminación por mercurio. De este punto de vista, destacamos que la estudiante habla sobre el cambio de estado que puede sufrir el mercurio y como los vapores de mercurio pueden afectar la salud de las personas. Igualmente resaltamos la referencia hecha a la temperatura a la cual el mercurio se volatiliza, desde el punto de vista disciplinar es medianamente adecuada porque parece tener una idea del cambio de estado.

Respecto a los enunciados sustentados en datos y conocimiento de las Ciencias Naturales, es necesario reconocer que si bien presentaron en una proporción baja, pensamos que esto se puede deber que, aunque estaba presente el componente disciplinar de la Química y de la Biología en las fuentes de información no era muy marcado y se le

daba prioridad a otras cuestiones, por lo tanto, muchas de las justificaciones a puntos de vista se soportan en aspectos emotivos relacionados con las problemáticas ambientales actuales.

Luego de analizar algunos enunciados sustentados en las Ciencias Naturales, en lo que sigue, estudiamos algunos enunciados sustentados en las Ciencias Sociales; vale aclarar que algunos de los enunciados analizados en relación con los sustentos en saberes como los sociales y políticos, están acompañados de reflexiones éticas.

Iniciamos entonces con un enunciado de Angie quien responde a la pregunta: ¿Estás de acuerdo con gastar tanta agua en la minería? La estudiante expresa, “... *Mientras en la minería se malgasta millones de litros de agua y en otros países o ciudades las personas se mueren por deshidratación*”. Podemos decir que la estudiante tiene conocimiento de la problemática social sobre la escasez de agua en el mundo y utiliza este saber como sustento para darle fuerza a su postura en contra del gasto de agua para la minería.

Del anterior ejemplo, podemos decir que los sustentos basados en las Ciencias Naturales y los de las Ciencias Sociales, en algunos casos son inseparables y pueden ser parte de una misma justificación, aunque no se profundice en dicha relación.

A la misma pregunta Mariana responde, “... No, el agua se está agotando, que falta de ética que al día mueren adultos, jóvenes y niños por deshidratación, hambre, desnutrición mientras al día se están gastando tantos litros de agua, otras personas realmente las necesitan”.

En este caso igualmente encontramos conocimiento de un asunto de orden ético relacionado con datos de las Ciencias Naturales, que le sirve como sustento, es similar a

la anterior postura, aunque agrega algunos elementos relacionados como la “desnutrición”, podemos ver una alusión al aspecto ético en esta justificación de la estudiante, que asociamos con lo planteado por Hodson (2003, 2004) relacionado con el nivel 1 de sofisticación referente a que el desarrollo en las ciencias, muchas veces puede traer problemas a los seres más desfavorecidos, en este caso el mal uso de los “recursos” naturales, lo que implica un problema relacionado con la Bioética; aspecto resaltado por Hodson para promover respeto de los derechos de todos los seres vivos.

Otra respuesta que queremos resaltar es la de Daniela quien plantea, “... *no me parece necesaria tanta agua para la minería, antes me parece detestable saber que mientras estamos pasando por problemas de escases en el mundo, seres humanos solo tengan la ideología de explotar los suelos para el bienestar propio, no colectivo”.* Resaltamos este enunciado porque esta reflexión tiene que ver con los planteamientos de Hodson (2003; 2004) respecto al nivel 2 de sofisticación, pues nos parece que la estudiante reconoce que, en relación con una actividad científica se piensa más, como ella misma lo dice, en bienestar individual y no en el bien común. Consideramos que la alusión al término “detestable”, indica un carácter emotivo en la postura de la estudiante.

Como respuesta al mismo cuestionamiento, a continuación presentamos dos enunciados que si bien no hablan explícitamente de la política, consideramos que son generalizaciones que pueden abarcar a los diferentes sectores que aprueban la explotación minera. Al respecto, Isabel considera que, “... *Simplemente porque no es conveniente para las instituciones mineras que se conozca lo que ocurre realmente. Vivimos en un país que le oculta a sus ciudadanos la realidad de lo que pasa y que no tiene en cuenta la salud y el bienestar públicos antes que sus convicciones. Estamos en un país ignorante, corrupto y que desaprovecha lo que tiene, utilizando los recursos en malos e incorrectos.*

*fin*es”. En este enunciado, hay una reflexión similar a las de las otras estudiantes sobre cómo el Gobierno y las empresas mineras, ocultan información a los ciudadanos. Además la estudiante, hace un llamado a prestar atención a la corrupción en el país, desde la ética en relación con el egoísmo para beneficio propio del Estado.

En relación con los anteriores análisis sobre la macrocategoría *formación científica*, consideramos que en los enunciados de las estudiantes podemos destacar la construcción y la apropiación de conocimiento. Las estudiantes han justificado y sustentado sus puntos de vista y en algunos casos ha incluido cualificadores y refutaciones, que son relevantes cuando hablamos de argumentación sustantiva. En los anteriores análisis, relacionamos los retos en la Educación en Ciencias propuestos por Hodson (2003; 2004); *aprender a hacer ciencia* y *aprender ciencia*, relacionándolos con la construcción y apropiación de conocimiento respectivamente.

Para los análisis que siguen sobre la macrocategoría de formación en y para la civilidad, incluimos algunos enunciados relacionados con la categoría de reflexiones críticas sobre la ciencia que en la perspectiva de Hodson tienen que ver con *aprender sobre la ciencia*, es decir, sobre la NdeC, Además, analizamos enunciados a la luz de lo que hemos denominamos expresiones de resistencia que a nuestro juicio son coherentes con los llamados de Hodson a la acción.

5.2. Hacia una formación en y para la civilidad

En esta parte de los análisis presentamos enunciados²⁴ que las estudiantes construyen desde una perspectiva crítica sobre la ciencia. En primer lugar examinamos algunas reflexiones sobre la NdeC, en las que inferimos algunas visiones científicistas o

²⁴ En estos enunciados subrayamos las justificaciones que indican reflexiones críticas sobre la ciencia y expresiones de resistencia

dogmáticas y otras perspectivas de corte sociocultural. En segundo lugar, estudiamos lo que hemos denominado expresiones de resistencia hacia la construcción de civilidad, que tienen que ver tanto con el reconocimiento por parte de las estudiantes de la necesidad de actuar a partir de sus reflexiones sobre la ciencia, tanto como algunos llamados que hacen las estudiantes para la lucha por reivindicaciones sociales.

5.2.1. Reflexiones críticas sobre la ciencia

Iniciamos los análisis con algunas visiones de la ciencia usadas por las estudiantes para justificar sus puntos de vista. Yaritza en el videoforo respecto a la relación ciencia y medio ambiente, plantea, “... *conocer sobre el comportamiento del mercurio no ha sido un estudio repentino, la ciencia ha estudiado este metal hasta el punto de afirmar con certeza, que es peligroso para la salud. Para esto se emplea el método científico”.* En este enunciado de la estudiante se deja leer una postura dogmática de la ciencia, dado que explicita la confianza en un método para llegar a verdades y certezas.

En relación con el anterior enunciado en términos de procesos y métodos de la ciencia, el siguiente ejemplo que es tomado del debate²⁵. El equipo de Lorena, quien tiene el rol de científica que defiende la minería y es cuestionado frente a la contaminación del agua.

En su intervención, La estudiante plantea, “... *Sabemos que el agua se nos agota, pero bueno, podemos tratarla con procesos que ya tenemos tecnificados, pero también obtener el metal que es necesario*”. En esta consideración, la estudiante justifica su postura con la alusión a que, con los progresos tecnológicos se puede solucionar el problema de la

²⁵ Presentamos un fragmento del debate y subrayamos los enunciados de Lorena que se constituyen en los enunciados dogmáticos a analizar

contaminación y desarrollar la actividad minera, punto de vista que creemos científicista, dado que otorga las ciencias, carácter y poder solucionador de problemáticas.

Al anterior enunciado, Diana del equipo que tiene el rol de estar en contra de la minería, inmediatamente contesta a Lorena, “...*Pero además de contaminar el agua, queda la fuga de los polvos que se sacan de los tajos y embalses que son la fuente primaria de contaminación de metales pesados, eso siempre queda, entonces ¿Qué vale más, tener el metal en el suelo, o sacarlo y que la contaminación atmosférica dure más?*”. Queremos resaltar que la estudiante, respalda su justificación con la lectura de un fragmento del artículo científico “El lado gris del oro”. Desde su postura en contra de la explotación minera, hace una crítica a distintas formas de contaminación, incluso hace un cuestionamiento para contraargumentar.

Continuando el debate, Lorena haciendo referencia a la ciencia, desde una postura científicista, vuelve a intervenir haciéndole una serie de contrapreguntas sobre la anterior aseveración de Diana, “... *¿Y qué argumentos tienes? ¿Todo el mundo sabe eso? No todo el mundo lo sabe, ¿la ciencia nos lo dice?, no siempre los activistas saben más, nosotros implementamos la ciencia porque sabemos cómo actúa*”. Encontramos en el anterior enunciado algunos recursos argumentativos de los que habla Candela (1997) como por ejemplo la demanda de argumentos que le ayuda justificar su postura.

Diana responde de nuevo a Lorena, haciendo caso omiso a las preguntas, pero con una intervención bastante crítica sobre la ciencia y la ética científica, “... *Ustedes manipulan la ciencia para culturizar una sociedad y ocultan la verdad para sacar provecho*”.²⁶ En

²⁶ En videos como el prohibido en la televisión colombiana y en el documental: Choropampa el precio del oro, se muestra que la información sobre los perjuicios que causa la minería se ocultan a la ciudadanía.

este contraargumento con el cual se termina el dialogo entre las dos estudiantes, Diana hace referencia a la manipulación del conocimiento científico concretamente.

A nuestro juicio, las anteriores reflexiones, están relacionadas con los planteamientos de Hodson (2003; 2004) sobre los niveles 1,2 y 3 de sofisticación en lo que tiene que ver con expresar posturas críticas frente a la posibilidad que, en la ciencia se tomen decisiones que beneficien los intereses individuales sobre intereses colectivos como es el caso de la explotación minera.

En relación con las justificaciones usadas por las estudiantes en los anteriores enunciados para defender sus posturas a favor de la minería, han tenido como base visiones en las cuales la ciencia puede resolver los problemas de contaminación del agua. En contraposición, las estudiantes que tienen el rol de estar en contra la minería, como es el caso de Diana, reflexionan críticamente sobre la ciencia y el carácter ético de las practicas científicas.

En lo que sigue, presentamos algunas visiones que consideramos en la perspectiva sociocultural; queremos aclarar que los enunciados objeto de análisis son tomados de la segunda actividad, el videoforo en el cual, las estudiantes debían construir argumentos en grupos, respecto a la pregunta ¿crees que la ciencia tiene relación con la política?, y así igual con las demás dimensiones social, ética y ambiental, cada una de ellas asignada a un equipo con base en la información contenida en el documental “Choropampa el precio del oro” y el reportaje “El precio del oro, ocho años después”²⁷.

²⁷ Se trata de un reportaje de la televisión peruana, acerca de lo que ha ocurrido en el municipio de Choropampa, ocho años después del derramamiento de mercurio, tomado de: <http://www.youtube.com/watch?v=tkldN9DXOb8>

Iniciamos con Winny en representación del equipo que argumenta sobre la relación ciencia y sociedad planteada en el documental, afirmando, “... *El pueblo se veía afectado ya que el derrame de mercurio afectaba su salud, pero no sabían exactamente lo que estaba pasando, porque los médicos de la empresa les ocultaban la verdad, y aunque las personas lucharon e hicieron revueltas “unidos”, la empresa empezó a hacer control de los medios de comunicación y a comprar gente para ocultar la verdad. La empresa accedió a ciertos compromisos, pero el daño genético, cultural y físico de la comunidad, era irremediable”.*

El anterior enunciado es importante para nosotros, ya que la estudiante reconoce el impacto del desarrollo científico y tecnológico en la salud de las personas; pues en el documental, mostraban como el médico del pueblo era sobornado por la empresa minera para ocultar la verdad y por lo que no reconoció públicamente la relación entre el mercurio y las enfermedades de los pobladores.

Del grupo que argumenta la relación entre la ciencia y la política, Yesenia plantea que, “... *En la ciencia participa el poder en forma de dinero y manipulación de las necesidades humanas. Entonces ¿hasta qué punto podemos ser ignorantes de elegir a una persona que es corrupta con su propio pueblo? Que huye y no da la cara frente a la situación. Es demasiado evidente la corrupción que se maneja”.* En la anterior intervención, las estudiantes reflexionan sobre cómo el poder político maneja el conocimiento científico, en función de sus propios intereses. En particular, se basan en la parte del video en la que mencionan los problemas de corrupción a nivel político.

Nos parece que la intervención del grupo de estudiantes, busca llamar la atención acerca de cómo el gobierno en vez de velar por el bienestar de los ciudadanos, aprueba actividades que, como la minería, pueden afectar a la comunidad, a nivel de la salud.

Siguiendo con los planteamientos de las estudiantes durante el videoforo, el equipo al que le correspondía argumentar en torno a las relaciones entre las ciencias y la ética, Paula inicia comentando, “...que triste ver como una sociedad puede decaer tanto, por culpa de los mismos médicos que están supuestamente al servicio de la sociedad”. En esta postura consideramos que la crítica básicamente está dirigida a la ética profesional de los médicos que deberían estar al “servicio” de la comunidad, pero en este caso, ocurre todo lo contrario. La estudiante en su postura sobre la ética agrega un aspecto emotivo que tiene que ver con los valores en la ciencia y por ende con la NdeC. Esto hace parte de las caracterizaciones en las discusiones de asuntos sociocientíficos (Sadler, Simmons & Howes, 2005).

En general, visibilizamos que a partir del documental y el reportaje, las estudiantes lograron reconocer algunas relaciones que se tejen entre la ciencia y los otros ámbitos, lo que significa que han apropiado aspectos multidisciplinarios que caracterizan un ASC. En los análisis que siguen, resaltamos cómo a partir de dichas reflexiones, las estudiantes dirigen sus posturas más allá de la crítica e inician propuestas y acciones que relacionamos con lo que Villavicencio (2007) plantea cuando sucede que la preocupación política por el bienestar común de los ciudadanos, pierde fuerza frente a los beneficios de la explotación económica de los recursos naturales.

5.2.2 Expresiones de resistencia

En esta parte, analizamos enunciados que consideramos se configuran en llamados más elaborados a la acción y se constituyen en expresiones de resistencia que nos permite pensar en la posibilidad de la construcción de posiciones civilistas en la clase de ciencia.

Para precisar cuestiones teóricas en relación con el concepto de resistencia, recordamos que lo entendemos como la necesidad de luchar en contra de aquellas normas, legislaciones y decretos que están establecidos oficialmente y que de alguna manera pueden llegar a afectar negativamente a la población. Igualmente de lucha contra todo aquello que se constituye como *statu quo* y necesita cambios creativos, cuestionamientos e interrogantes no subordinados al orden dominante y que permitan crear opinión pública.

En este sentido, consideramos la configuración de espacios de resistencia como uno de los mecanismos de lucha en los cuales los ciudadanos pueden actuar en la búsqueda de dichas mejoras en la calidad de vida, por lo que estos espacios tienen la posibilidad de convertirse en movimientos sociales que involucran a distintos sectores de la población.

Igual que en los casos anteriores, aquí resaltamos aquellos indicios que nos permiten plantear la presencia de expresiones de resistencia en los enunciados de las estudiantes, como como posturas que constituyen una lucha contra los problemas que causa la minería y que afectan a la población.

Recordamos que antes de resolver el cuestionario sobre la minería en Colombia, las estudiantes observaron el “video prohibido pasar en la televisión colombiana, denunciando la minería en Colombia”²⁸. Este video, plantea cuales son los efectos negativos de la minería de oro en el ambiente. Una de las acciones pedagógicas para incentivar una postura frente al Video, consistió en preguntar a las estudiantes sobre ¿cuál es el llamado que hace el video?

²⁸ Ver en <http://www.youtube.com/watch?v=g-KM5jx6SUY>

Diana responde, “...Nos invita a caer en cuenta, a reflexionar, a actuar, a cuestionarnos, aprender y saber que tenemos voz y que esa voz es tan poderosa que puede cambiar muchas realidades, que podemos parar acciones inconscientes y hacer respetar nuestra casa”. En esta expresión, interpretamos que la estudiante reconoce que hay un problema sobre el cual hay que actuar. Consideramos que la anterior reflexión tiene un carácter civilista. Como lo dice Villavicencio (2007) supone acciones y palabras que constituyen un freno a la violencia y las diversas formas de *incivilidad*.

Otro llamado a la acción, es el de Alejandra, quien invita a reaccionar frente a la pasividad de algunos ciudadanos sobre la problemática minera, y en ese sentido, afirma, “Este video nos invita a ser más participativas respecto a la información que se cuenta sobre este tema y a cuestionarnos por qué en el país pasan este tipo de cosas y nosotros dejamos que esto suceda”. La estudiante hace un llamado en contra de la indiferencia e invita a la solidaridad.

Las anteriores expresiones de las estudiantes, se convierten para nosotros en los primeros indicios en los que las estudiantes reconocen la necesidad de luchar frente a los diferentes problemas que causa la minería al país, es decir, se constituyen en las primeras expresiones de resistencia que demandan una actuación civilista, no obstante, son los planteamientos del video, los que desencadenan estas reflexiones. Por tanto, queremos destacar la pertinencia de dicho “texto” y lo significativo que es para las estudiantes.

Durante las intervenciones en el videoforo, también surgieron algunas expresiones de resistencia, en este primer ejemplo, podemos notar que la estudiante plantea cuál es el papel del Estado, relacionado con trabajar a favor del bienestar de la ciudadanía.

La primera intervención es de Estefanía, cuando en el videoforo se le solicita argumentar sobre la relación ciencia-política, con base en lo presentado en el documental: "Choropampa: el precio del oro", en lo referente a la visita del presidente de Perú al municipio para contarle a la población todos los beneficios que la explotación minera de oro traería a la región, la estudiante dice, "...La política consiste en hacer un cambio para el bienestar de un colectivo y, referente a esto, allí no la hay. Solo hay ambiciones mezquinas, ya que nadie se interesa en nadie, y es triste que el mundo cada vez se hunda más por nuestra ignorancia e inconsciencia".

Consideramos que esta reflexión de la estudiante se relaciona con el llamado que hace Hodson (2003; 2004) sobre la influencia del poder político en la toma de decisiones a favor del bienestar individual por encima del bienestar común. Así mismo, esta crítica que hace la estudiante se constituye en otro punto de partida para la construcción de civilidad. En relación con lo propuesto por Villavicencio (2007) ya mencionado anteriormente y que se constituye en un freno a una forma de incivilidad.

También resaltamos el aporte de Paula quien agrega, "...Pues como es común en la ciencia, el estado nos ha querido infundir como ese pensamiento general de ignorancia de que no sepamos las cosas, para que no nos revelemos por decirlo así, entonces estamos cegados y no sabemos que nos puede causar el mercurio y muchas cosas que implementamos de la industria que nos hacen mucho daño".

Sobre la reflexión que hace la estudiante, interpretamos que además de reconocer la influencia del poder político en la ciencia, en tanto oculta la información sobre el mercurio, lo que impide que los ciudadanos se informen y actúen en consecuencia, también reconoce que el Estado no permite que los ciudadanos hagan frente a la problemática minera.

Al final de las tres actividades, se dio espacio para la valoración de las estudiantes al proceso pedagógico de formación, algunas estudiantes expresan lo que para ellas significa participar en las mismas. En lo que sigue presentamos algunas de sus reflexiones sobre el proceso de formación, en relación con lo que han aprendido y que para nosotros, permite considerar la necesidad de que la Educación en Ciencias tenga en cuenta tanto la formación de ciudadanos responsables y críticos, como la formación en las disciplinas científicas.

La siguiente reflexión de Lorena, se presenta al término del debate y expresa, “... *Yo pienso que es responsabilidad nuestra, hablar de todo esto y no debemos quedarnos solo en hablar de eso, sino que debemos llegar a acciones, ¿de qué nos sirve quedarnos en argumentos sin actuar? Y eso es lo que nos ha fallado a todos los colombianos, nosotras que estamos abriendo los ojos, debemos empezar a actuar*”.

La estudiante reconoce la necesidad y la importancia de abordar temáticas como ésta, su intervención se constituye en un llamado a la acción, para intentar lograr cambios en la mentalidad de los ciudadanos, ir más allá de la crítica, como lo plantea Hodson (2003; 2004) a no ser críticos de sillón.

Igualmente, Ana dice, “... *Yo considero que si la mayoría de los jóvenes pudieran votar, Colombia sería diferente, como decía Lorena, los adultos son marionetas, pienso que lo jóvenes queremos luchar y estamos en contra de algo que nos da tristeza*”. En su afirmación la estudiante hace un llamado importante a la lucha, al tiempo que apoya la intervención de su compañera apropiándose de parte de su postura y su confianza en que los jóvenes reconocen que es su responsabilidad tratar problemáticas como la planteada para buscar soluciones, cuestión que continua con énfasis en el siguiente enunciado

Carolina, interviene posteriormente en relación con el proceso de formación, al respecto considera, “... es necesario que nos formemos en estos temas porque la generación de ahora se está preocupando por su entorno, lo que está pasando con nosotras, es que nos estas sembrando conciencia de lo que está pasando y lo que podemos hacer nosotros, como usted lo está compartiendo con nosotras, yo lo comparto con mi familia y así vamos creando como un movimiento para que por fin las cosas cambien”.

La estudiante expresa además de la necesidad de actuar, una forma de lograrlo, creando conciencia en las demás personas. Para nosotros es muy importante saber que las estudiantes no se limitan a hablar de estos temas en el aula de clase y que trascienden a sus familias, pues ello se constituye en empezar a actuar.

Otro aporte de las estudiantes en relación con la acción para la resolución de problemas, es la de Diana quien plantea, “...*Yo tengo un punto, 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 de la minería, no vamos a llegar a ninguna parte, la educación marca la diferencia, la educación puede transformar mentes*”.

En su llamado a la acción, la estudiante reconoce la importancia de presentar argumentos a favor y en contra de la minería para poder plantear soluciones. Al igual que en los anteriores enunciados, destacamos que la estudiante a pesar de estar en contra de la minería no se cierra a la posibilidad de tener en cuenta puntos de vista que la apoyan; esto puede ser indicio de flexibilidad intelectual y apertura a la crítica.

Como reflexión de la problemática analizada en el debate, Lorena, habla sobre la importancia de reconocer otros puntos de vista, al respecto resalta, “... *yo sé que esto es*

una actividad, yo estoy totalmente en contra de la minería, pero yo sé que trae beneficios, entonces porque no también dar a conocer lo bueno para ver que piensa la gente, aquí aprendimos claramente que hay que proponer, porque claro todos usamos oro, todo lo que hay de metal, las sillas. Todavía tenemos la oportunidad de generar el cambio y en este debate aprendimos que necesitamos proponer, hacernos escuchar y escuchar a los demás". El anterior enunciado se constituye en una autocrítica en relación con la necesidad de proponer soluciones sobre la problemática minera, pero además, reconoce sus aspectos positivos, incluso, reconoce el uso del oro. Por lo tanto consideramos que hace una crítica a sí misma y a las demás compañeras que estimulan la minería comprando oro.

Igualmente como una autocrítica y auto regulación, en relación con la calidad de los argumentos presentados durante el debate, la estudiante reconoce que con el transcurrir de la actividad y la inclusión de nuevas intervenciones, se han construido argumentos más elaborados, con mejores justificaciones y con carácter sustantivo.

Igualmente, la estudiante hace un reconocimiento estos logros en la argumentación; así por ejemplo, Estefanía considera que, "... A mí me pareció muy chévere porque a pesar de que todas estábamos en contra, a fuerzas y todo, tratamos de sacarle el lado bueno, que al principio salíamos con bobadas y las cosas no eran buenas, pues eran unos puntos completamente vulnerables y que sus argumentos también eran demasiados flojos como al principio, pero miren que al final llegamos a cosas concretas".

En el debate, la estudiante tenía el rol de defender la minería y reconoce la dificultad que tenían ambos grupos para presentar buenos argumentos al inicio de la actividad, sin embargo, con el transcurrir de la discusión fueron mejorando; esta reflexión es importante

porque la estudiante está autoevaluando y valorando los procesos argumentativos; lo que nos indica que hay autorregulación del aprendizaje.

Queremos finalizar con Ana, que en su respuesta al cuestionario, reflexiona sobre como el estado participa en la controversia minera, al ser cuestionada ¿Por qué crees que este video es prohibido en la televisión colombiana?, queremos resaltar textualmente la respuesta de la estudiante, porque nos llama la atención el signo de cara triste:

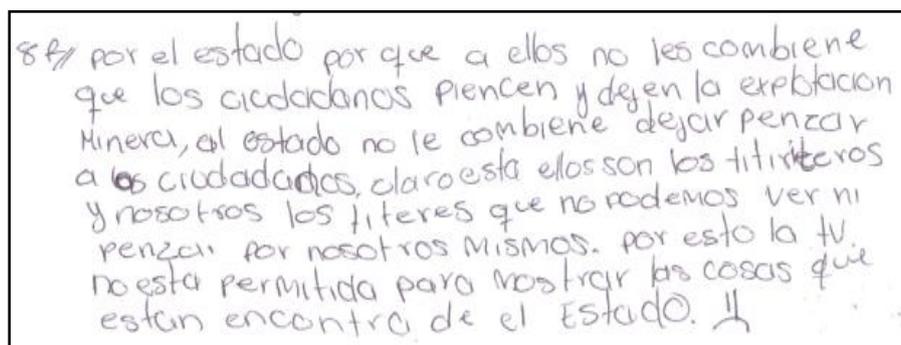


Ilustración 4: Cuestionario, 23 de agosto 2011

Es interesante el reconocimiento que hace la estudiante de la exclusión y la supuesta intención de no dejar pensar a los ciudadanos; esta afirmación de la estudiante nos lleva a considerar, que algunas de las posturas se constituyen en indicios y llamados a la lucha por reivindicaciones sociales, pues reflexionan críticamente sobre el papel que desempeña el Estado en función de la manipulación a los ciudadanos.

Las anteriores reflexiones se configuran en expresiones de resistencia que exponen las estudiantes y que desde nuestra perspectiva, en un espacio público de construcción y apropiación de conocimiento se convierten en factores que ayudan a construir civilidad en la clase de ciencias, porque se constituyen en llamados a la acción.

Con base en los anteriores análisis, en general las estudiantes han negociado significados, han tomado su turno para intervenir, respetado la palabra del otro, se han

reconocido como sujetos críticos, han seguido y respetado las orientaciones del investigador, han legitimado conocimientos a la luz de diferentes fuentes de información.

6. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DE TRABAJO

La pregunta de investigación de este trabajo es: ¿Cuáles son las posibles contribuciones de una propuesta pedagógica centrada en debates de la explotación minera como asuntos sociocientífico, a la formación científica en y para la civilidad de los estudiantes? Para responder esta pregunta, de un lado, diseñamos una propuesta pedagógica de formación sociopolítica que cuyo propósito es promover la argumentación en el debate y discusión sobre el impacto de la explotación del oro en el ambiente, problemática que de acuerdo con la fundamentación teórica acogemos como un asunto sociocientífico.

Cuestión que respondemos analizando las informaciones recogidas, en correlación con la categorización propuesta en términos de la macrocategoría: *Formación científica* en correspondencia con “*aprender a hacer ciencia y aprender ciencia*” desde las perspectiva de Hodson (2003, 2004), así mismo, la macrocategoría: *Formación en y para la civilidad* en relación con “*aprender sobre la ciencia*” y la “*construcción de civilidad: expresiones de resistencia*”. A continuación presentamos las consideraciones finales de nuestro estudio, algunas limitaciones y perspectivas de trabajo.

6.1 La formación y los aprendizajes como asuntos subyacentes a los discursos de las estudiantes

Respecto a los enunciados construidos por las estudiantes en el contexto de discusiones sobre la minería como un asunto sociocientífico, podemos encontrar diversidad en el uso de sustentos; fundamentados en las Ciencias Naturales o las Ciencias Sociales. En concordancia con datos y conocimientos de las disciplinas científicas como la Biología y la Química, tenemos que reconocer que estos se presentaron en menor proporción.

En relación con los sustentos, destacamos que variaban de acuerdo con el contexto de la actividad y las fuentes de información, es por ello que en un enunciado o afirmación, encontramos sustentos relacionados con distintos saberes y en la mayoría de los casos en relación con reflexiones éticas; asunto que era una intención que dirigía las actividades propuestas.

Destacamos que en la mayoría de los enunciados analizados, se presentaron calificadores modales, lo que nos da una idea de predominio de la argumentación sustantiva. Conociendo la postura del Gobierno a favor de la minería, las estudiantes han valorado algunas de las justificaciones de posturas que defienden dicha actividad, tomando distancia y argumentando el por qué, en el que predomina el cuidado del medio ambiente por encima del desarrollo económico del país.

6.2 Algunas contribuciones de la propuesta pedagógica a la formación

Respecto a algunas contribuciones de la propuesta pedagógica a la formación científica en y para la civilidad, consideramos que la discusión y el debate sobre esta cuestión sociocientífica ha contribuido al desarrollo del pensamiento crítico y a *aprender ciencia*,

así como a *hacer y aprender sobre la ciencia*, desde una perspectiva humanista de la ciencia.

Otras contribuciones, tienen que ver, con las posibilidades que tienen las estudiantes de reflexionar críticamente sobre una problemática que se ha convertido en un dilema y una controversia social de interés global y particularmente en la actualidad en el contexto colombiano.

En algunas de las intervenciones de las estudiantes, es posible inferir, que más allá de las reflexiones críticas, pasan a niveles más propositivos y aluden a algunas posibles acciones relacionadas con dichas reflexiones.

Igualmente, es de anotar que aunque no se hace tan visible en las intervenciones el uso de datos relacionados con las Ciencias Naturales, las actividades pedagógicas propiciaron acercamiento a informaciones sobre la pertinencia o no de extraer el oro, el estudio de las propiedades físicas y químicas de los metales, así mismo, han conocido los procesos de extracción mediante el uso del mercurio y cianuro para la obtención de dicho elemento, además, la posibilidad de conocer algunos de los efectos negativos a nivel ambiental y los impactos sobre la salud en general.

En relación con los retos de la Educación en Ciencias propuestos por Hodson (2003; 2004), podemos decir que, al debatir y discutir sobre un ASC las estudiantes han presentado sus puntos de vista justificándolos en el marco de la argumentación sustantiva; relacionando datos con conclusiones, utilizando garantías y en algunos casos respaldos. Además de presentar su propios puntos de vista, las estudiantes han contraargumentado y apoyado otras posturas.

En relación con el propósito de fomentar la formación científica, desde la argumentación en el contexto de los asuntos sociocientíficos, podemos notar cómo las estudiantes han usado conceptos tanto de las Ciencias Naturales como sociales para soportar sus puntos de vista.

Entre nuestras interpretaciones de las consideraciones sobre la ciencia y las expresiones de resistencia para la construcción de civilidad, destacamos:

Las estudiantes han tenido la posibilidad de construir conocimiento socialmente y en ese sentido reconocen la importancia de los consensos y los disensos. Se han acercado a la idea que la ciencia tiene limitaciones para verla como uno de varios campos sociales, por lo que es vulnerable a la manipulación de poderes como el político y el económico.

La principal debilidad en este tipo de trabajos, es que al dar énfasis a un aspecto, implica que se desdibujen otros, en este caso, el uso y dominio de conceptos propios de las disciplinas científicas, no obstante, reconocemos la pertinencia de las reflexiones en torno a la Naturaleza de las Ciencias.

En relación con perspectivas de trabajo, consideramos pertinente que al igual que nuestro trabajo, otros, se interesen por reivindicar el equilibrio entre la racionalidad y la razonabilidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, por qué es necesario empezar a cambiar las formas tradicionales de enseñanza y apostar por otras.

Es importante también reconocer que las Ciencias Naturales, están estrechamente relacionadas con las Ciencias Sociales y los ASC pueden ser la clave para que el maestro las integre en los procesos formativos ya que permiten poner la ciencia en contexto.

Desde nuestra perspectiva, invitamos a reflexionar sobre que a la Educación en Ciencias le es inherente la formación científica de los estudiantes; por lo tanto no

podemos desconocer los aportes de orden pedagógico, que más bien, pueden ser un buen complemento de lo didáctico.

Consideramos, que es necesario resaltar que para diseñar este tipo de actividades pedagógicas se requiere una rigurosa selección y abordaje de “textos” de información de y sobre las ciencias, en el contexto de las temáticas, pues esto permite favorecer los debates, promover la argumentación sustentada y, propiciar así espacios pedagógicos para una formación científica y en civilidad. Así mismo es importante tener en cuenta que ésta requiere ir más allá de discusiones en el aula.

Al reflexionar sobre los llamados de Derek Hodson de fomentar una formación sociopolítica en la clase de ciencias, una forma de responder es reflexionar sobre la posibilidad de fomentar la formación científica en y para la civilidad de los estudiantes, configurando espacios de resistencia a partir de debates y discusiones, pero existen muchas formas más, como los paneles de expertos, los juegos de roles y casos simulados, lo importante es fomentar el pensamiento crítico de los estudiantes e invitarlos a actuar a que luchen por un mundo mejor.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Odriozola, V. (2003). No todo lo que es oro brilla: resumen de impactos ambientales de la minería de oro. Campaña de Tóxicos de Greenpeace Argentina <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2006/4/no-todo-lo-que-es-oro-brilla.pdf>

Acevedo, J. A., Vásquez A. & Manassero M. A. (2002). El movimiento Ciencias, Tecnología y sociedad y la enseñanza de las Ciencias. En sala de Lecturas CTS-I de la OEI, 2001. Recuperado en www.campus.ioe.org/salactsi/acevedo13.htm.

André, M.E.D.A. (1998). Etnografía da práctica escolar.2a. ed. Sao Paulo:Papirus Editora. p.15-64.

Aikenhead, G.S., (1985). Collective decision making in the social context of science. *Science Education*, 69, pp. 453-475. Recuperado en <http://adsabs.harvard.edu/abs/1985SciEd..69..453A>

Aikenhead, G.S. (1994). Consequences to learning science through STS: A research perspective. In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, pp. 169-186. Recuperado en <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts16.htm>

Aikenhead, G. (1994), *What is STS Science Teaching?* STS Education: International Perspectives on Reform, Teachers College Press, New York. Recuperado en <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>

Aikenhead, G. S. (2005). Research into STS Science Education. *Educación Química*, 16(3), pp. 384-397. Recuperado en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/research_sts_ed.pdf

Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós Educador.

Cortina, A. (1997). *Ciudadanos del mundo*. Madrid: Alianza.

Cortina, A. (2000). *Ética mínima*. Madrid: Tecnos.

Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*. 84, pp. 287-312. Recuperado en <http://cset.stanford.edu/research/references/norms+scientific%20argumentation+classroom.pdf>

Duschl, R. & J. Osborne (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, pp. 39-72. Recuperado en <http://www.mendeley.com/research/supporting-and-promoting-argumentation-discourse-in-science-education/>

Esquivel, N. (2006), *Ética cívica: Una alternativa más para la educación*. Recuperado en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/311/31171303.pdf>

Furió, C. & Vilches, A. (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, H (1988). *Truth and Method*. New York: Crossroad.

Giraldo Díaz, Reinaldo (2008) *La resistencia y la estética de la existencia en Michel Foucault*.

Revista Entramado. Unilibre, Cali. (4) 2, 90-100

Goetz, J.P. & Lecompte, M.D. (1988). *Etnografía y Diseño Cualitativo en Investigación Educativa*.

Madrid: Ediciones Morata. p. 172-246.

Gordillo, M.; Osorio, C. (2003). "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica". *Revista Iberoamericana de Educación* 32, pp. 165-210. Recuperado en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/800/80003210.pdf>

Hansen, T (2008). "Science Education for an Alternative Future". Recuperado en http://www.iowapolicyresearch.org/research/PDF/litReview_HansenT_timeforAction.pdf

Henao, B & Stipcich M, (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*, pp. - 47-62. Recuperado en http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf

Henao, B, Stipcich & M, Moreira, M, (2009). "Sustancia" en el devenir la química: dime cómo te buscan y te diré que eres", *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, pp. 497-514. Recuperado en <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=251019500004>

Henao, B. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la perspectiva de stephen Toulmin*. Recuperado en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=22161>

Henao, B. & Palacio L. (2012). *Formación científica en y para la civilidad: desafíos y posibilidades de la educación en ciencias*, en proceso de publicación.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25, pp. 645–670. Recuperado en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690305021#preview>

Hodson, D (2004). *Going Beyond STS: Towards a Curriculum for Sociopolitical*, http://www.scienceeducationreview.com/open_access/hodson-action.pdf

Jiménez Aleixandre, M. P.; Bugallo Rodríguez A. & Duschl R. A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, pp. 757-792. Recuperado en <http://praza.com/xornal/uploads/23605363-SciEd-Doing-the-lesson-or-doing-science-argument-in-high-school-genetics.pdf>

Jiménez M, Díaz J. (2003), Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas departamento de didáctica das ciencias experimentáis Universidad de de Santiago de Compostela

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2005). Simposio la construcción del discurso científico socialmente contextualizado. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, Formato electrónico. Recuperado en http://enciencias.uab.es/congres2005/material/Simposios/10_construccion_discurs/0Resumen10.pdf

Jiménez-Aleixandre, M., & Erduran, S. (2007). *Argumentation in science education: An overview* Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research (pp. 3–27).

Jiménez Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Editorial Graó.

Kelly, G. & A. Takao (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of University oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, pp. 314-342. Recuperado en [http://oceanography.earthednet.org/about/Kelly %26 Takao 2002.pdf](http://oceanography.earthednet.org/about/Kelly_%26_Takao_2002.pdf)

Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues, *Science Education*, 85, pp. 291–310.

Krippendorff, K. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. Beverly Hills, Calif.: Sage Publications, 1980.

Recuperado en http://www.dpu.dk/fileadmin/www.dpu.dk/forskning/forskningsenheder/matematikikto_gnaturfagsdidaktik/scienceconsensus/grundmateriale/051221080125-amp-type-doc

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 3(77), 319-337

Latorre, A.; Del Rincón, D. y Arnal, J. (1996). *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona: 92.

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

Lüdke, M e ANDRÉ, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e*

Investigación, 6, 83-102.

Newton, P., Driver, R. & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science, *International Journal of Science Education*, 21(5), pp. 553–576. <http://www.mendeley.com/research/place-argumentation-pedagogy-school-science/>

Osborne, J. Erduran, S. & S. Simon (2004). Enhancing the quality of argumentation in school, science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, pp. 994-1020 <http://adsabs.harvard.edu/abs/2004JRScT..41..994O>

Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación, *Educación Química*, 20(2), pp. 145-154

http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/especial_maest/maestria/ff_cn_1aE/0/02_material/archivos/14_Osborne.pdf

Piñuel, J. L. (2002) Epistemología, metodología y técnicas de análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística*. 3(1), 1-42. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Extraído el 16 de Enero de 2006 de <http://web.jet.es/pinuel.raigada/A.Contenido.pdf>.

Rodríguez, g., Gil, J. & García, E. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. Granada: aljibe.

Sanmartí, N, Izquierdo, M. y García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, pp. 54-58. http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/cursos/cursos_SEP/00/secundaria/mat_coord_secun/02_fisica/arch_coord_fisica/S2C1.pdf

Sadler, T. & D. Zeidler (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making *journal of research. Science Teaching*, 42, pp. 112-138. <http://faculty.education.ufl.edu/tsadler/IRP.pdf>

Simonneaux, L. (2001). Role-Play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal Of Science Education*, 23, pp. 903–927. http://www.4shared.com/get/uzfNimpa/Role-play_or_debate_to_promote.html

Solomón, J (1992). The classroom discussion of science-based social issues presented on television: knowledge, attitudes and values, *international journal science education*, 14 (4), pp 431-444.

Stake, R. (1995). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

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

Toulmin, S. (1999). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona: Ediciones Península.

Vigotsky, L. (1978). *Interaction between learning and development, Mind and Society*. Cambridge, Harvard University Press.

Villavicencio, S. (2007). Ciudadanía y civilidad: acerca del derecho a tener derechos. Colombia Internacional, julio-diciembre, número 066, Universidad de los Andes, Bogotá-Colombia pp. 36-51. Recuperado en http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-56122007000200003&lng=es&nrm=

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A. & Simmons, M. L. (2002). Tangled Up in Views: Beliefs in the Nature of Science and Responses to Socioscientific Dilemmas, *Science Education*, 86(3), pp. 343 – 367.

Zeidler, D. L., Osborne, J, Erduran, S., Simon, S. & Monk, M. (2003). The role of argument during discourse about socioscientific issues. En D.L. Zeidler (ed.). *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education*. Recuperado en <http://www.amazon.com/Reasoning-Socioscientific-Discourse-Education-Contemporary/dp/1402038550>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D. Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), pp. 357–377. Recuperado en <http://faculty.education.ufl.edu/tsadler/BeyondSTS.pdf>

Zenteno-Mendoza, B & Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química, *Rev. Eureka Enseñanza. Divul. Cien.*, 2010, 7(1), pp. 2-25. Recuperado en <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/22/20>

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, pp. 35-62.

8. ANEXOS

8.1. Protocolo ético



FACULTAD DE EDUCACIÓN
GRUPO ECCE

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN

Nombre la investigación:

“Hacia la formación científica y para la civilidad: la argumentación en el contexto de discusiones sobre los asuntos socio-científicos”¹

Investigador: *James Stevan Arango Ramírez*

Como investigador presento mi compromiso ético con las estudiantes del grupo 10CQ2 "Bachillerato Media Técnica especialidad Ciencias Químicas con salida ocupacional en Análisis de Muestras" del Centro Formativo de Antioquia y con la misma institución:

El hacer uso adecuado y discrecional de la información producida y registrada en el marco de este trabajo, con el único fin de lograr los objetivos propuestos para la investigación y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la educación en ciencias en el Centro Formativo de Antioquia, así como con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación sobre argumentación en enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el contexto del estudio de asuntos socio-científicos.

El uso discrecional y adecuado de la información registrada y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados y que, en relación con ello, se evitará la alusión a nombres propios, se valorará con respeto y responsabilidad los aportes

¹ "Este proyecto de Trabajo de Investigación hace parte de los productos de la investigación *La Argumentación en las clases de ciencias y su contribución a la construcción de ciudadanía*, del grupo ECCE, aprobado por Colciencias en la convocatoria 521 de 2010."

Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de discusiones sobre la explotación minera del oro como asunto sociocientífico

y, finalmente, que los análisis y resultados serán compartidos en primera instancia a algunos de estos participantes, para su evaluación.

Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan al investigador registrar su participación en: foros de discusión y debate, observaciones, entre otros; que serán registradas en audio y video. Al respecto, se solicita también a los firmantes de este documento anotar, algunas recomendaciones o sugerencias que consideren pertinentes en relación con la autorización que otorgan al investigador.

Nombre	Firma	Sugerencia o recomendación
Leidy Tatiana Escobar Sosa	<i>Leidy Tatiana</i>	
Yesenia Andrea Castaño Castro	<i>Yesenia Castaño</i>	
Daniela Machado Cadena	<i>Daniela Machado Cadena</i>	
Wenny Zambrano Agudelo	<i>Wenny Zambrano A.</i>	
María Fernanda García	<i>Ma Fda García</i>	
CATERINE ESTRELLA RUEDA	<i>CATERINE E.</i>	
María Camilo S.	<i>Mrs Camilo Sánchez</i>	
Mariana Rojas R	<i>Mariana Rojas R</i>	
Vanessa Noreña	<i>Vanessa Noreña</i>	
Jessica Gómez	<i>Jessica Gómez</i>	
Elizabeth Varela Zapata	<i>Elizabeth Varela</i>	

Hacia una formación científica en y para la civilidad: la argumentación en el contexto de discusiones sobre la explotación minera del oro como asunto sociocientífico

Maria Alejandra Herrera Pokaris	Alejandra H.	
Maria Camila Nieto Jiménez	Maria Nieto	
Diana Elisa Arango Tobón	Diana Elisa A.	
Ara M ^{sc} Tapiero Franco	Ara M ^{sc} T.F.	
Lorena Morales Agudelo	Lorena Morales	
Mariana Añas 100120	Mariana Añas	
Yaritza Tabares Conde	Yaritza	
Aura Rosa Parra Garcia	Aura	
Paula Andrea Pedroza Rodríguez	Paula	
Carolina Cano Torres	Caro Cano	
Estefanía Cárdenas Guena	Estefanía Cárdenas G.	
Maria Paulina Salazar Meneses	Maria Paulina Salazar	
Laura Patricia Osma Yena	Laura P. Osma Y.	
Sandra Betancur Ramírez	Sandra B.R.	
Angie Licet Lora Grisales	Angie Licet Lora	

ESTEFANIA QUINTERO SALDARRIAGA		
Karla Vanessa Aparzu Ospina	Karla Aparzu	
Jessi Alejandra García Quintana	Alejandra García	
Valentina Velásquez Ocampo		
Vanessa Veldizay Correa	Vanessa Veldizay C.	



Firma del investigador

Ilustración 4: En relación con la propuesta de Hodson

8.2 Propuesta pedagógica

FORMACIÓN SOCIOPOLÍTICA EN LA CLASE DE CIENCIAS: ESTUDIO SOBRE LA EXPLOTACIÓN MINERA DEL ORO Y SU IMPACTO EN EL AMBIENTE COMO UN ASUNTO SOCIOCIENTIFICO

INTRODUCCIÓN

Con base de las reflexiones de Derek Hodson (2003; 2004) sobre la necesidad de una formación sociopolítica para la crítica y la acción en la clase de ciencias, hemos diseñado esta propuesta pedagógica con la firme convicción que los propósitos de la Educación en Ciencias deben estar dirigidos hacia fomentar el interés por la formación científica y aportar a una formación ciudadana y en civilidad.



Ilustración 6: En relación con la propuesta de Hodson

En concordancia con lo anterior, proponemos una serie de actividades pedagógicas compuestas por situaciones y acciones que incentivan la generación de puntos de vista argumentados en torno a la explotación minera del oro como un ASC, las actividades diseñadas a su vez se configuran en espacios de resistencia participativos y democráticos en la clase de ciencias, en los cuales las estudiantes se constituyen en parte de un movimiento social, por lo tanto el aula de clase se convierte en un contexto cultural donde se tiene que pensar en formas para la aplicación de los conocimientos de las ciencias en la resolución de problemas para la búsqueda del beneficio social.



Ilustración 7: formación en civilidad

Para informar a las estudiantes utilizamos una serie de textos compuestos por videos, artículos de revista, informes de investigación, entre otros; cuyo contenido ilustrativo puede servir como soporte teórico para sustentar sus puntos de vista.

Las actividades diseñadas están orientadas a privilegiar la discusión y el debate desde una perspectiva reflexiva, crítica, participativa, propositiva y activa.

A la luz de algunos referentes teóricos

En el marco de la perspectiva epistemológica sociocultural asumida, en la que concebimos el aprendizaje como construcción y apropiación de conocimiento, procesos que no se dan por si solos, pues necesitan de la relación agente humano - los objetos del ambiente, diada que está mediada por factores culturales, herramientas y señales (Vygotsky, 1978, pág. 40).

En concordancia con la postura del anterior autor, para Leontiev (1978) la actividad humana está integrada al sistema de relaciones en integraciones sociales, lo que implica un intercambio simbólico y utilización de herramientas culturales para la mediación entre quienes realizan la actividad.

Retomamos los estudios de Leontiev para significar el concepto *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 necesidad que tienen los sujetos de apropiar bienes culturales (Henaó y Palacio, 2012).

A continuación, presentamos una serie de actividades pedagógicas, diseñadas en relación con los planteamientos de Hodson (2003) y Moreira (2005), que desde nuestro punto de vista, pueden contribuir en la vía de construir condiciones que hagan posible, para los estudiantes, una formación científica para la civilidad. Actividades no exentas de limitaciones, restricciones u obstáculos.

PROPOSITO

Contribuir a la formación científica y en civilidad de las estudiantes como reto de la Educación en Ciencias, configurando espacios de resistencia y lucha por reivindicaciones sociales.

Actividades

Primera actividad: Algunos puntos de vista iniciales sobre: la problemática minera en Colombia



Propósito pedagógico:

- Propiciar en los estudiantes la expresión de algunas posturas y reflexiones basadas en preguntas orientadoras sobre la explotación minera en Colombia relacionadas con algunas fuentes de información presentadas a las participantes.

En esta primera actividad, se les presenta a las estudiantes del “*video prohibido en la televisión colombiana*”²⁹ sobre la explotación minera del oro; a partir de la presentación del video, se les permite a las estudiantes responden un cuestionario con algunas preguntas orientadas a la justificación y argumentación de sus puntos de vista.



²⁹ Este video se encuentra en <http://www.youtube.com/watch?v=g-KM5jx6SUY> fue descargado el 5 de marzo 2011

El video presentado fue realizado por la Fundación Razón Pública, apoyada por algunos actores de la televisión colombiana. El video tiene una duración de 3: 23 minutos y muestra una dimisión negativa de la minería en el país, a partir de algunos datos sobre los riesgos ambientales y a la salud, el mismo hecho que el video fuera prohibido en la televisión colombiana, fue objeto de reflexión en las posturas de las estudiantes. A continuación presentamos algunas imágenes.



Ilustración 8: Algunas imágenes del Video “prohibido en la televisión colombiana”

**UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA**

FACULTAD DE EDUCACIÓN
GRUPO ECCE
A modo de acercamiento a la problemática minera

Con el compromiso ético que tengo con ustedes como participantes en la investigación, las invito a compartir sus reflexiones sustentando en lo posible sus puntos de vista, estos aportes serán valorados, muchas gracias por la participación.

1. ¿Aceptarías gastar tanta agua en la minería? ¿Por qué?
2. ¿Conocen en Antioquia en que lugares hay actividad minera? Qué saben de ellos?
3. Por qué la minería es importante para el desarrollo del país?
4. ¿Cuál puede ser el impacto ambiental de la explotación minera en el lugar donde se lleva a cabo?
5. ¿Por qué creen que la explotación minera está prohibida en los páramos?
6. ¿A que nos invita este video?
7. ¿Por qué creen que este video está prohibido en la televisión colombiana?

1. Rotundamente No, es absurdo destruir el mundo a pedazos por extraer un grano de Oro, es inconcebible el gasto desmesurado de agua, que muy probablemente mañana nos hará falta. Hay que invertir y jugarse la vida por un fin que realmente sea rentable para nosotros y amigable con el planeta. Pero la explotación de Oro no lo es. Las secuelas que deja son imborrables.

Ilustración 9: Cuestionario para la actividad 1. Ejemplo de una de las respuestas de las estudiantes al cuestionario

Segunda actividad: Video foro de discusión sobre el Documental “Choropampa: El precio del oro”.



En esta actividad, presentamos el Documental: “*Choropampa: El precio del oro*”³⁰ y el reportaje; “*el precio del oro: 8 años después*”³¹. Luego de ver los videos, se conforman cuatro grupos de estudiantes, a cada uno se les asigna una de las dimensiones que de acuerdo con Jiménez Aleixandre (2010) hacen parte de un –ASC–, luego de que las estudiantes llegan a un posible consenso, eligen a una representante para que comparta la postura del grupo y posteriormente, se invita que se expresen de acuerdos y desacuerdos frente a las posturas presentadas



Sobre las fuentes de información compartidas con las estudiantes: el documental, cuenta como un devastador derrame de mercurio ocurrido el 2 junio del año 2000, provocado por un accidente de un camión transportador, afecta gravemente un pequeño pueblo de los Andes peruanos y también como se forma un movimiento de resistencia

³⁰ Este video se encuentra en <http://www.youtube.com/watch?v=fG-XBAxLo94> fue descargado el 5 de marzo 2011

³¹ Este video se encuentra en <http://www.youtube.com/watch?v=tkldN9DXOb8&feature=related> fue descargado el 5 de marzo 2011

civil³² para obtener asistencia médica y justicia. También se presenta cómo los poderosos intereses políticos y económicos conspiran en contra del bienestar común de los habitantes. Este documental es filmado durante los dos años posteriores al incidente y tiene una duración de 75 minutos³³.



Ilustración 10: Documental Choropampa: El precio del oro

El otro video compartido con las estudiantes es un documental que se denomina: “Choropampa: ocho años después”³⁴, presentado en un canal peruano, donde se muestran las secuelas del desastre durante un largo periodo de tiempo y cómo para la época que se realizó dicho reportaje, todavía había presencia de mercurio y contaminación en algunos sectores de la población, este video, utiliza información científica por medio de animaciones como el mercurio afecta la salud.

³² En este video podemos ver cómo los ciudadanos actúan frente a una problemática que los afectan.

³³ El video puede ser consultado en: <http://www.youtube.com/watch?v=fG-XBAxLo94>, descargado el 5 de marzo de 2011

³⁴ El video puede ser consultado en: <http://www.youtube.com/watch?v=tkldN9DXOb8>, descargado el 5 de marzo de 2011



Ilustración 11: Imágenes del reportaje “Choropampa: ocho años después”

Tercera actividad: Debate sobre la pertinencia o no de la explotación de una mina de oro en el Sur del Valle del Aburra



Propósitos pedagógicos:

- Propiciar un espacio pedagógico para la discusión y debate, donde las participantes deben asumir una postura previamente asignada: a favor y en contra de la propuesta de la explotación minera.
- Incentivar la producción de argumentos para defender puntos de vista, utilizando las fuentes de información específicas para cada postura

Hacia una formación científica en y para la ciudadanía: la argumentación en el contexto de discusiones sobre la explotación minera del oro como asunto sociocientífico



Las participantes se dividen en 2 grupos: de un lado las defensoras de la actividad minera, desde la minería a gran escala apoyada por el gobierno nacional y del otro lado las ciudadanas que están en contra de la explotación minera y tienen conocimiento de esta actividad y sus consecuencias.



El debate gira alrededor del siguiente caso:

En el sur del Valle de Aburrá se detectó una zona con mucha riqueza aurífera y una empresa multinacional quiere explotar una mina de oro, ¿están de acuerdo con la explotación minera en esta zona? Explica tu postura

A continuación, presentamos las fuentes de información compartidas con las estudiantes para participar en el debate, realizó con las estudiantes la lectura grupal del artículo: “Zona de pequeña minería de oro en Antioquia, una de las más contaminadas

del mundo: ONU”³⁵; en este artículo se cuenta como es la contaminación en dos municipios de Antioquia, Departamento al que pertenece también el municipio de Medellín.³⁵



Ilustración 12: Imagen de la portada del artículo sobre la minería en Antioquia

Igualmente se les comparte a las estudiantes algunos artículos de las leyes de minas de 2001 y 2010 y un video la minería en Colombia.³⁶ El video: “La minería en Colombia”³⁷, encontrado en el sitio web YouTube, hace parte de un programa web llamado *Contravía*, en este video, se habla de la problemática minera en Colombia a nivel de impacto social y ambiental.

³⁵ consultada el 3 de abril de 2011 en: <http://www.catorce6.com/42/%E2%80%9Czona-de-pequena-mineria-de-oro-en-antioquia-una-de-las-mas-contaminadas-del-mundo-%E2%80%9D-onu/>

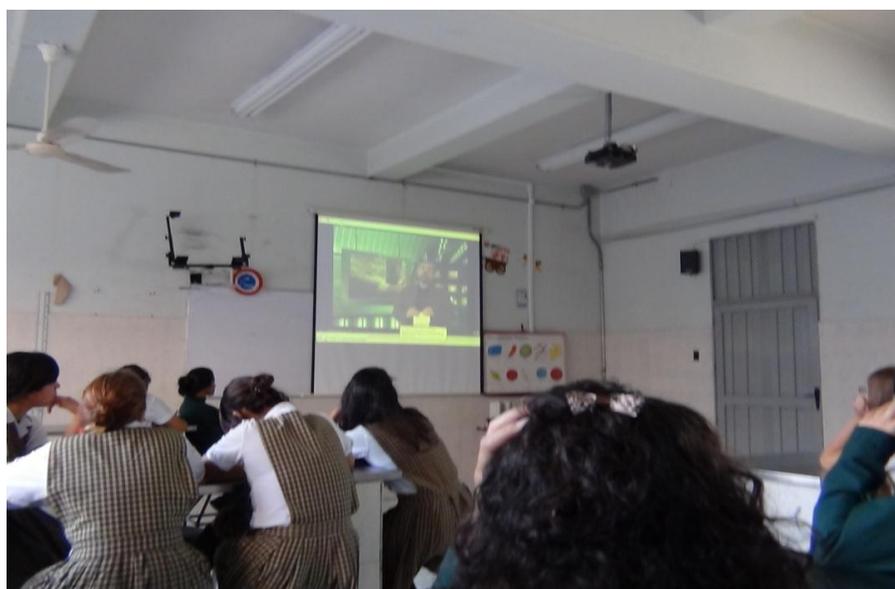
³⁶ http://www.otuscolombia.org/tabs/normativa/LEY_685_DE_2001.pdf, Ley 685 de 2001, consultada el 10 de abril de 2011

http://www.elabedul.net/Documentos/Leyes/2010/Ley_1382.pdf, ley 1382 de 2010, consultada el 10 de abril de 2011

³⁷ <http://www.youtube.com/watch?v=DUEBwpd62-I>, consultada el 10 de abril de 2011, ver también en la página: <http://www.contravia.tv/espanol>



Ilustración 13: Imágenes del video: “Minería en Colombia”



Se realiza la lectura grupal de un artículo ³⁸, encontrado en el portal www.notingeniero.com, donde se informa de la controversia minera, relacionado con el dilema sociocientífico en cuestión. Para esta actividad cada grupo, tiene un texto de apoyo según su posición en el debate, para las estudiantes que tienen el rol en contra de la minería se le suministro el texto **“el lado gris del oro: la contaminación de mercurio**

³⁸http://www.notingenio.com/index.php?option=com_content&view=article&id=662:controversia-por-la-riqueza-minera-&catid=43:noticias&Itemid=62, el 5 de marzo de 2011

en el norte de Colombia³⁹, un libro publicado por la Universidad de Cartagena, que contiene algunos casos de contaminación por mercurio en el país, contiene información teórica como por ejemplo: las propiedades físicas y químicas del oro y el mercurio, el ciclo del mercurio, entre otros.

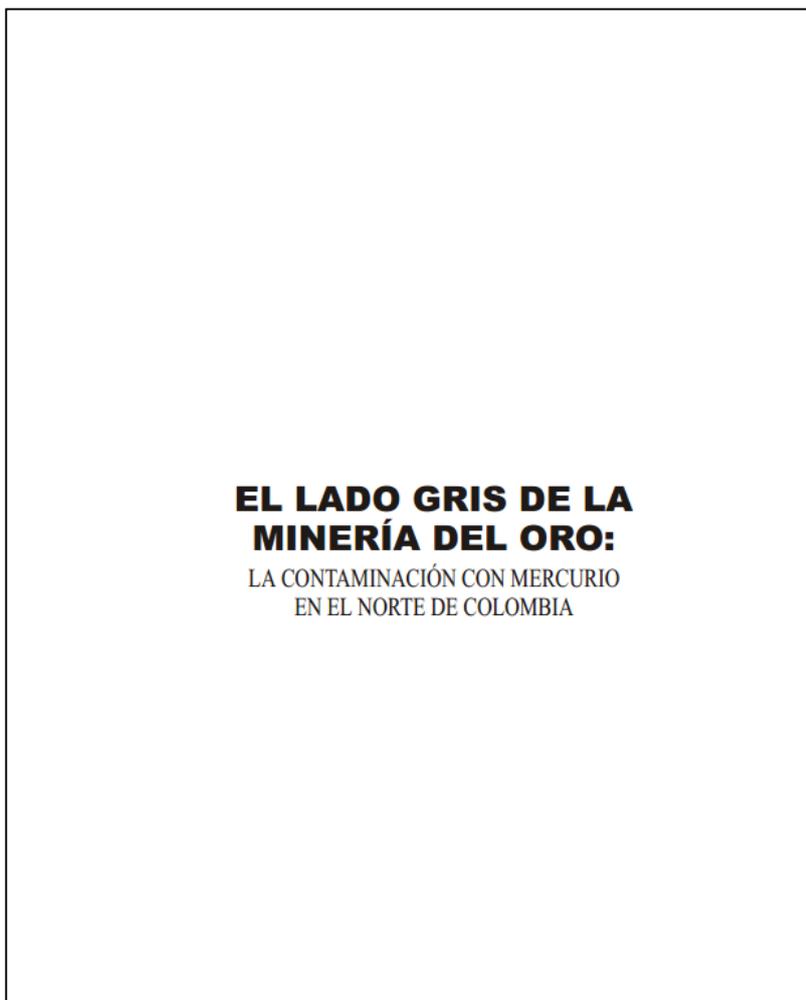


Ilustración 14: Del lado gris del oro: la contaminación de mercurio en el norte de Colombia

A las estudiantes que tenían el rol defensor de la explotación minera de oro, se le comparte un informe final elaborado por FEDESARROLLO, de un proyecto de la cámara de ASOMINEROS de la ANDI, del 8 de abril de 2008, que se denomina: “La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal⁴⁰”, en el cual se habla de todos los beneficios

³⁹ http://www.reactivos.com/images/LIBRO_MERCURIO - Olivero-Johnson-Colombia.pdf, consultada el 10 de marzo de 2011

⁴⁰ <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/La-miner%C3%ADa-en-Colombia-Informe-de-Fedesarrollo-2008.pdf>, consultada el 10 de marzo de 2011

que para el desarrollo del país ofrece la explotación minería y muestran varios casos “exitosos” en otros países.

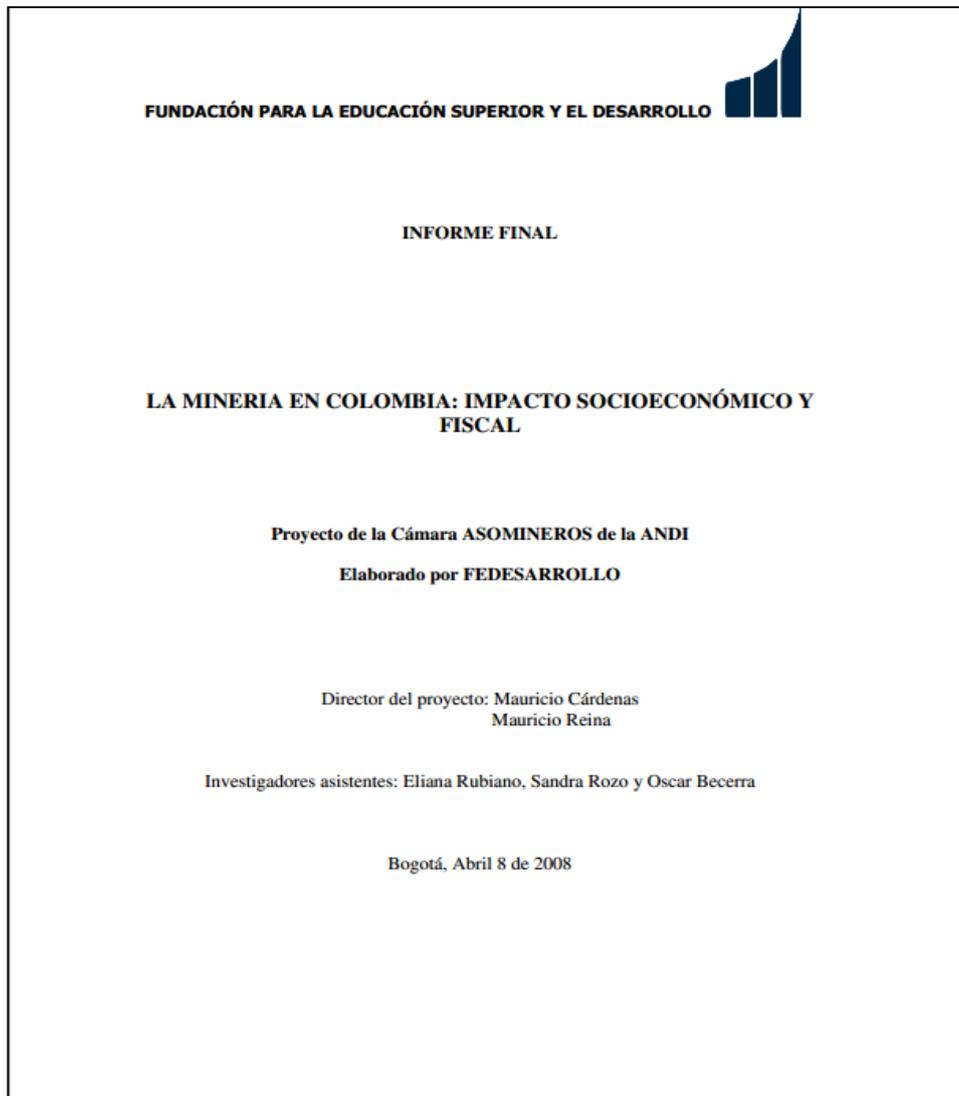


Ilustración 15: La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal

También presentamos las imágenes de las portadas de las leyes 685 de 2001 y 1382 de 2010 del código de minas

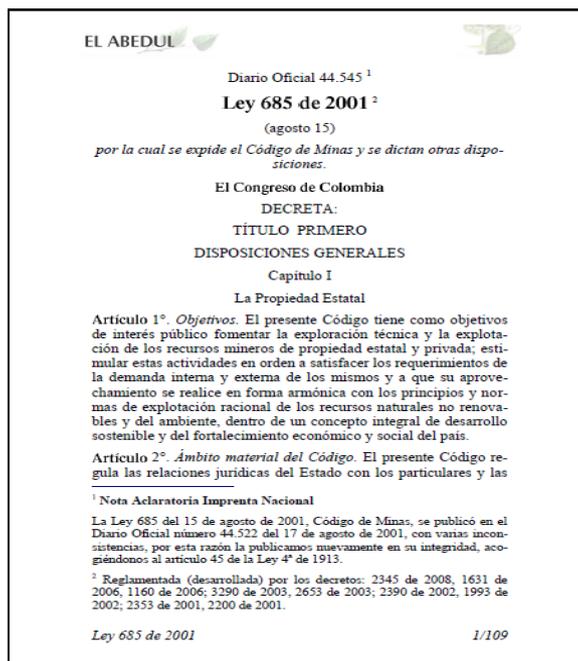


Ilustración 16: Ley 685 de 2001 del código de minas

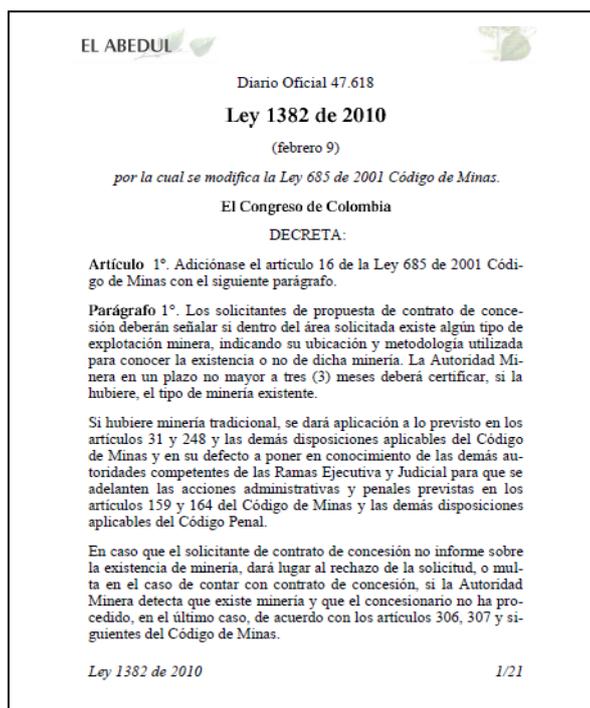


Ilustración 17: Ley 685 de 2001 1382 de 2010 del código de minas

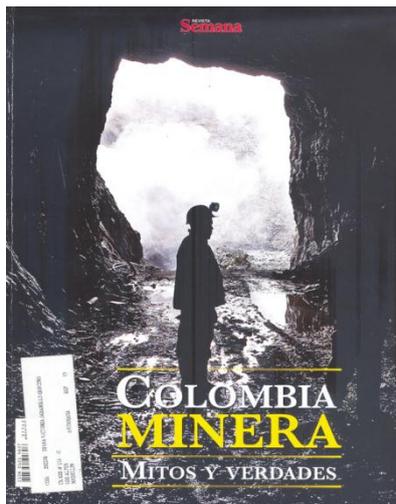


Ilustración 18: Portada revista Semana

8.3 Algunas fundamentaciones de orden teórico para el análisis de los datos y registros producidos

Presentamos algunos referentes teóricos de base, como es el caso de Hodson (2003; 2004) en lo que tiene que ver al aprendizaje de las disciplinas: aprender ciencias, a hacer ciencias y sobre las ciencias. Y su propuesta de niveles de sofisticación dirigidos a una formación sociopolítica, llamados que relacionamos con una formación científica y civilista.

En concordancia con la perspectiva epistemológica acogida, nos basamos en el modelo argumental de Toulmin –MAT– respecto a los elementos que constituyen un argumento sustantivo y las relaciones entre los mismos, reconocemos las críticas a este modelo, en especial a la posibilidad que hayan confusiones entre los significados de los elementos que las componen, así como las limitaciones de aplicabilidad a enunciados relativamente cortos (Kelly & Takao, 2002).

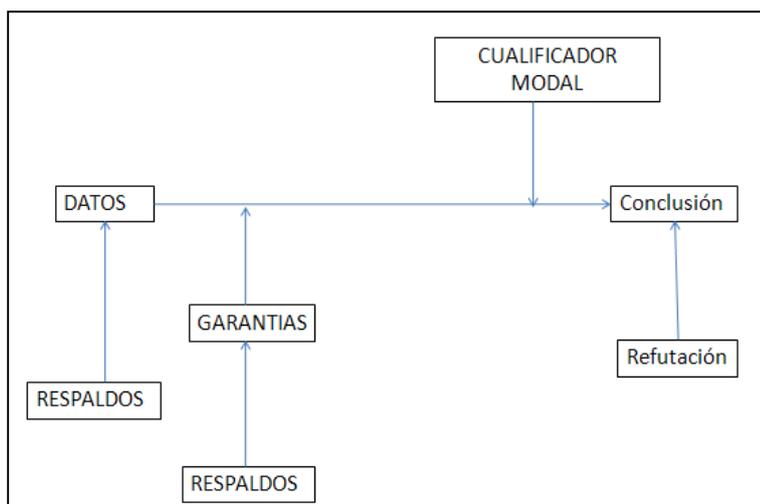


Ilustración 19: MAT, basado en los aportes de Toulmin (1958), Toulmin & Janik (1984)

- **Conclusión:** afirmación cuya defensa se basa en Datos y Garantías
- **Datos:** son informaciones particulares, tangibles, concretos
- **Garantía o Conocimientos** Leyes, principios generales, conceptos y sus significados.
- **Respaldos a datos:** evidencias como los registro de laboratorio, fotografías.
- **Respaldos a Garantías:** Fuentes bibliográficas, investigaciones pioneras, etc.
- **Cualificador modal:** expresiones que matizan el carácter de verdad/condiciones necesarios para que se cumpla.
- **Refutaciones:** En qué casos no se cumple la conclusión, excepciones.

Así mismo, acogemos la rúbrica de Henao (2010) la cual es de gran utilidad como guía para analizar a partir de algunas cualidades los elementos del MAT en enunciados que consideramos sustentados y sustantivos.

RUBRICA PARA EL ANÁLISIS DE LOS MATS							
Nivel		Notable		Media/parcial		Baja o ausente	
Cualidad							
Pertinencia	P	La información viene al caso, es oportuna o concerniente.	p	Una parte de la información viene al caso o es concerniente al mismo.	pp	La información no se ajusta al caso	np
Suficiencia	S	La información es óptima. Atiende lo requerido	s	-No aplica término medio -	-	La información no es óptima, no atiende lo requerido	is
Necesidad	N	La información es relevante, imprescindible, conveniente o muy útil.	n	Un parte de la información es relevante, imprescindible, conveniente o útil	pn	La información es superflua o irrelevante.	in
Coherencia	C	La información es muy concordante o tiene relación explícita con la del componente en cuestión	c	Sólo una parte de la información es concordante o hay relación implícita con la del componente en cuestión	pc	La información no tiene relación con la del componente en cuestión	ic
Adecuada	A	Desde el punto de vista disciplinar, la información es apropiada - precisa, completa y actualizada -	a	Desde el punto de vista disciplinar, sólo una parte de la información es apropiada.	pa	La información no es apropiada desde el punto de vista disciplinar.	ia

Ilustración 20: Caracterización de los elementos del MAT (Henaó, 2010, p 237).