



UNA REFLEXIÓN DE LA PROBLEMÁTICA COMPLEJA DE LA MINERÍA Y SUS
IMPLICACIONES EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

FELIPE ALEJANDRO QUIROZ LONDOÑO

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA
AREA DE EDUCACION EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA
SANTIAGO DE CALI

2017



UNA REFLEXIÓN DE LA PROBLEMÁTICA COMPLEJA DE LA MINERÍA Y SUS
IMPLICACIONES EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

FELIPE ALEJANDRO QUIROZ LONDOÑO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN
EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN
AMBIENTAL

DIRECTORA

MG. MARIA CLAUDIA SOLARTE

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACION Y PEAGOGIA
AREA DE EDUCACION EN CIENCIAS Y TECNOLOGIA
SANTIAGO DE CALI

2017

RESUMEN

El presente trabajo monográfico tiene como propósito documentar el problema de la minería en Colombia, para advertir del daño en los recursos naturales, en lo social, en la salud y en lo económico; así como resaltar algunas perspectivas de educación ambiental que deben ser tenidas en cuenta para la comprensión de la complejidad del problema de la minería, al considerar que para Colombia la minería es uno de sus ejes económicos y está presente en muchos de los territorios del país. Para cumplir con este propósito se realizaron revisiones bibliográficas que permitieron conocer el porque es importante la minería para la economía colombiana y como ha sido su productividad durante los últimos años lo que permite anticipar su proyección a futuro. Además, se realiza una descripción de los diferentes impactos que genera la actividad minera en el ambientales y los problemas socioambientales que se derivan, lo cual, convierten a la minería en un problema complejo principalmente para las futuras generaciones.

Por último, se reconoce como desde la educación ambiental se puede contribuir a la formación de estudiantes que afronten este tipo de problemáticas que son propias de sus contextos, para lo cual se hace necesario un enfoque sistémico de la educación, que permita un acercamiento desde diferentes perspectivas hacia las relaciones del ambiente natural y social, ampliando sus formas de participación, por medio del desarrollo de competencias, habilidades, argumentos y valores.

Palabras clave: minería, impactos ambientales, problemas socio ambientales, educación ambiental.

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | CAPITULO I La Minería en Colombia | 11 |
| 1.1 | Estructura del sector Minero Colombiano | 12 |
| 1.2 | Tipos de minería según su forma de extracción | 13 |
| 1.3 | Producción de minerales en Colombia | 16 |
| 1.3.1 | Producción de Carbón en Colombia | 17 |
| 1.3.2 | Producción de Níquel en Colombia | 20 |
| 1.3.3 | Producción de Oro en Colombia | 22 |
| 2 | CAPITULO II Impactos negativos de la minería al ambiente | 25 |
| 3 | CAPITULO III La minería como un problema socioambiental | 46 |
| 3.1 | Problemas socioambientales derivados de la Minería | 47 |
| 3.2 | Los problemas socio-ambientales desde la justicia ambiental y ecología política ... | 54 |
| 4 | CAPITULO IV IMPLICACIONES EDUCATIVAS | 60 |
| 4.1 | Perspectiva interdisciplinaria | 62 |
| 4.2 | Perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) | 63 |
| 4.2.1 | Aportes de la dimensión CTSA para la formación del estudiantado | 64 |
| 4.2.2 | Competencias a desarrollar desde el enfoque CTSA | 67 |
| 4.3 | Perspectiva estética | 69 |
| 4.4 | Perspectiva ética | 70 |
| 4.5 | Perspectiva sociocultural | 71 |
| | CONCLUSIONES | 73 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 75 |

INTRODUCCIÓN

Al considerar al ambiente como un todo resultante de las íntimas y recíprocas relaciones entre la sociedad y la naturaleza, los diversos problemas ambientales que se presentan no son algo al azar, estos son causa de las intervenciones de la comunidad humana sobre su entorno, en la búsqueda de satisfacer sus necesidades especialmente las materiales. Además, desde una visión holística sobre la relación (sociedad-naturaleza) resalta una fuerte influencia de aspectos antrópicos como los aspectos sociales, económicos, institucionales, legales, políticos y culturales, mediado por los conocimientos científicos y las tecnologías (Martínez, 2014).

Las acciones humanas y en particular el desarrollo tecnológico ha causado transformación en la naturaleza. Al respecto, Foladori (2001) señala que si el mundo continúa su actual curso alterando masivamente el mundo natural e incrementando el consumo de combustibles fósiles las futuras generaciones se enfrentaran a una cadena de desastres.

La crisis ambiental reflejada en contaminaciones, calentamiento global, deforestación etc., que vivimos en nuestro tiempo no es una catástrofe ecológica resultante de la evolución o de los procesos naturales que han ocurrido en el planeta, si no del pensamiento del hombre que ha construido y destruido el mundo (Leff, 2002). Esta crisis se presenta como un límite el cual reorienta y exige el cambio. Referimos sobre problemas de crecimiento de población, pobreza y desigualdad social, desequilibrio ecológico, impacto en recursos renovables y no renovables, etc., involucra también, problemas como el pensamiento occidental, la vía de la racionalidad científica e instrumental moderna, que produjo el mundo frágil que tenemos hoy, en un afán de dominio y control de la naturaleza.

Esta crisis es el resultado tangible de la aplicación de un modelo de desarrollo hegemónico imperante que se caracteriza por ser intrínsecamente insustentable (Martínez, 2014, p.219). Por consiguiente, surge la necesidad de construir alternativas proyectadas desde el sistema educativo, estas deben procurar mejorar los procesos de pensamiento y acción de las comunidades sobre el ambiente, construyendo nuevos valores y criterios en las personas. Se debe romper la concepción dualista que separa la sociedad de la naturaleza, pues se trata de una sola realidad, que desde el paradigma sistémico se entiende como un todo, construido por las relaciones de sus elementos.

Un caso particular que se analizará en este documento es la minería, que de acuerdo con Carrere (2004), es un tema que rara vez es asociado a problemáticas como la deforestación y degradación de los bosques. Tampoco es común que se asocie a guerras, dictaduras y violación de derechos humanos y menos aún al agravamiento de la pobreza y la inequidad social. Por el contrario, la minería se concibe como un promotor de riqueza, escondiendo en su “marketing” las nefastas consecuencias sociales y ambientales que convierten esta actividad en una de las más devastadoras.

Por todo lo anterior la presente monografía de compilación tiene el propósito de documentar el problema de la minería en Colombia, para advertir del daño en los recursos naturales, en lo social, en la salud y en lo económico; así como resaltar algunas perspectivas de educación ambiental que deben ser tenidas en cuenta para la comprensión de la complejidad del problema de la minería.

Para la estructura de este trabajo se siguió el modelo de monografía sugerido por Morales, O. (2003) el cual establece tres partes fundamentales: una parte introductoria, aquí se presenta el tema, el propósito y la descripción de los contenidos de los capítulos. El desarrollo temático, constituido

por el análisis del fenómeno de la minería en Colombia y sus impactos frente a el ambiente y la sociedad, además, se agrega a este modelo una sección de implicaciones educativas donde se plantea el desarrollo del proceso educativo basado en problemas complejos como la minería desde diferentes perspectivas de la educación ambiental como la interdisciplinaria, la CTSA, las ética, la estética y la socio cultural, finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

En la revisión bibliográfica se tuvieron como base documentos primarios informativos y estadísticos del Ministerio de Minas y Energías (MinMinas), Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Unidad de Planeación Minero Energético (UPME), y documentos como artículos de investigación principalmente en las ramas de educación, ciencias naturales y sociales, además de tesis doctorales en ciencias ambientales, tesis de maestría en ciencias ambientales y en educación. La información recopilada se presenta en cuatro capítulos.

Como instrumento de análisis de los diferentes documentos se utilizó el Resumen Analítico en Educación (RAE) el cual facilito una adecuada organización de la información, la aprehensión y comprensión del material consultado.

A continuación, se describe el contenido de cada uno de los capítulos propuestos en este documento.

En el capítulo I titulado *la minería en Colombia*, se describen los tipos de minería practicada en el país como la minería a cielo abierto, subterránea, de perforación y de barequeo. Al finalizar este capítulo se encontrará la información relacionada con los principales minerales que se explotan en el país (Carbón, Níquel, Oro), junto con sus estadísticas de producción y participación en la economía regional y nacional.

El capítulo II titulado *Impactos negativos de la minería al medio ambiente*, hace referencia a la minería como una actividad que se distingue por tener múltiples impactos ambientales negativos, los cuales pueden ser de dos tipos: en el primero se consideran las modificaciones al paisaje, contaminación de fuentes hídricas, cambios topográficos, destrucción de hábitats, entre otros; y el segundo se refiere a la contaminación causada por el mal manejo de los residuos generados en las fases de extracción y procesamiento de los minerales, estos residuos se caracterizan por contener elementos como metales, metaloides y sustancias sulfuradas que son fuente de elementos tóxicos como el arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), cobre (Cu), Zinc (Zn), hierro (Fe), etc. Además, en estos procesos se genera drenaje ácido que se dispersa a través de escurrimientos superficiales en el ambiente alterando los ecosistemas y la salud de las personas que están en contacto directa o indirectamente con las actividades mineras.

En el capítulo III titulado *La minería como un problema socioambiental*, procura que se comprendan los distintos aspectos de la actividad minera en relación con los problemas socioambientales, como forma de contribuir con una toma de posición informada sobre esta temática, que a su vez pueda resultar en una oposición fundamentada frente a quienes la presentan como una actividad positiva para el desarrollo de un lugar. Se presenta una información crítica sobre la concepción que se tiene sobre los pasivos ambientales causados principalmente por la minería ilegal y los precios fluctuantes de los diferentes minerales, además de cómo es la posición del gobierno frente a este tema. En la última parte de este capítulo se muestran los problemas ambientales desde una perspectiva de justicia ambiental y ecología política, la cual busca entender la naturaleza de estos problemas, en pro de una mejor relación del hombre con la naturaleza, una relación basada en la justicia, en la igualdad, en el compromiso que tiene el hombre con la

naturaleza, creando estrategias políticas y sociales inteligentes con sentido moral y ético que promuevan la igualdad social, teniendo en cuenta las diferentes etnias, culturas y estilos de vida.

Finalmente desde el capítulo IV titulado *Implicaciones educativas* se propone trabajar desde las instituciones educativas con problemas con enfoque sistémico, en este caso la minería, actividad que hace presencia en gran parte del contexto colombiano, por lo cual se convierte en un tema idónea para ser tratado en las aulas de clase, lo que se pretende es desarrollar en el estudiante conocimientos y competencias que le permita tomar posturas argumentadas frente a la problemática, del mismo modo, con el profesor como guía el estudiante se puede encaminar en la búsqueda de soluciones para mejorar su contexto. Con la pretensión de contribuir con este objetivo se desarrollan diferentes perspectivas de la educación ambiental como la interdisciplinaria, ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), estética, ética y sociocultural, las cuales logran contribuir hacia una visión sistémica para la construcción de conocimientos desde el trabajo a partir de este tipo de problemáticas.

Como resultados se evidencia que Colombia como país minero, posee alta diversidad de prácticas extractivas, lo que ha conducido a un impacto ambiental de muchos de sus ecosistemas. A pesar de esto, no hay duda que la minería se presenta con una imagen de bonanza dada principalmente por las empresas mineras, nada más alejado de la realidad, pues las regiones donde se realiza esta actividad se caracterizan por el desorden social y la pobreza.

Esta problemática socioambiental propia de nuestros contextos, abre la posibilidad y la necesidad de trabajar en el aula de clase con temas como este. El cual es pertinente abordar con un enfoque sistémico desde la educación ambiental, buscando hacer frente a la problemática desde diferentes aristas (interdisciplinaria, CTSA, el estético, el ético, el sociocultural), con el objetivo de que el

estudiante comprenda el problema como algo complejo, que presenta muchos puntos de incidencia, que a su vez son posibilidades para que el estudiante como un agente de cambio pueda hacer frente desde sus posibilidades a este tipo de problemas.

1 CAPITULO I La Minería en Colombia

Según MinMinas (2003), una mina es un yacimiento, formación o criadero de minerales o de materia fósil, que se encuentre en el suelo o el subsuelo, también se refiere a la excavación la cual tiene como propósito la explotación de un yacimiento mineral, esta excavación puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea, y está acompañada de labores, instalaciones y equipos que permiten su explotación.

Cuando una mina es explotada con el objetivo de extraer algún tipo de mineral hablamos de Minería, esta es una de las actividades más antiguas realizadas por la humanidad., desde la época de la edad de piedra hace unos 2,5 millones de años y hasta el día de hoy, la minería ha sido la principal forma de obtención de materiales para la fabricación de herramientas, las cuales han acompañado al hombre en el transcurso del tiempo.

Se dice que la minería tuvo un comienzo cuando los predecesores del hombre actual comenzaron a extraer y seleccionar rocas para tallarlas y usarlas como herramientas que ayudaban en sus actividades cotidianas como la cacería (Murillo, P., 2013). Esta práctica de cierta manera sigue vigente en nuestro días con la diferencia de que en tiempo pasados esta práctica se hacía de forma artesanal, a una muy pequeña escala, pues sus necesidades eran simples, sin embargo, en la época actual el hombre ha llevado esta práctica a otra dimensión, con un desarrollo muy sofisticado el cual ha sido posible por la necesidad que tiene el hombre de crear de fabricar esto ha ido de la mano con los grandes avances en tecnología, haciendo posible que la minería hoy sea una de las principales actividades económicas de muchos países.

1.1 Estructura del sector Minero Colombiano

El Ministerio de Minas y Energía realizó una estructura de los entes de control a cargo del sistema minero nacional con el propósito de optimizar la gestión del Gobierno y permitir que los usuarios realicen sus trámites, brindando información confiable y con fuentes oportunas (ver Figura 1).

El área de Minería del ministerio de Minas y Energía encabezada por el señor Carlos Andrés Cante Puentes Viceministro de Minas, se encarga de gestionar las políticas relacionadas con las actividades de exploración y explotación de los recursos mineros nacionales, para la exportación de diferentes minerales como uno de los pilares de la economía del país.

Al interior del ministerio la Dirección de Formalización Minera se encarga de formular, conceptualizar políticas y lineamientos que promuevan el desarrollo formal de las Unidades de Producción Minera bajo el amparo de un título, fomentando el cumplimiento de los parámetros técnicos, ambientales, económicos, laborales y sociales a través de una labor integrada con las demás entidades del Gobierno.

La Dirección de Minería Empresarial es la encargada de elaborar y proponer lineamientos y políticas para el desarrollo de la actividad minera empresarial en el cumplimiento de los estándares y normas aplicables a este sector, buscando ser un eje articulador para liderar y coordinar desde el sector público las respuestas a las diferentes problemáticas sectoriales, dentro de un marco de responsabilidad social, técnico y ambiental.

De acuerdo al Decreto 0381 de 2012 la estructura de la Institucionalidad Minera Colombiana es:



Figura 1. Estructura del sector Minero. Fuente: Ministerio de Minas y Energía de Colombia

1.2 Tipos de minería según su forma de extracción

Colombia es conocido como uno de los países más ricos en recursos naturales. Un país donde más del 16% de su territorio está protegido de la “depresión ambiental” del hombre. Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo, presenta una gran riqueza en flora y fauna, posee todos los tipos de ecosistemas que existen, posee una de las mayores reservas hídricas del mundo, sin embargo, y pese a que es una obligación proteger la integridad ambiental del país, Colombia además presenta una gran riqueza de minerales distribuidas por todo su territorio, lo que lo hace un blanco ideal para las empresas mineras, lo que lleva a que la mayor parte del territorio del país en unas cuantas décadas puede estar en las manos de empresas mineras para su explotación.

De hecho, de los 114 millones de hectáreas que componen el territorio colombiano, más de 8,4 millones están consideradas como zonas de exploración y más de 37 millones de hectáreas tiene titulación para la explotación de hidrocarburos (González, 2011).

En el caso de la explotación de minerales Colombia las políticas estatales hasta el 2002 no era tan permisivas en términos de concesión de títulos mineros, a partir de este ese hubo un incremento de las solicitudes y concesiones. Entre 1990 y 2001 se entregaron en Colombia 1.889 títulos mineros y en 2010 ya había 8.928 concesiones (4.839.149 hectáreas) y 20.000 solicitudes en trámite (Colombia, P. B. I., 2011).

Ahora bien, Chile y Perú son potencias mineras que hace muchos años conviven con la minería a gran escala, estos países disponen según Sylvia (2010), 13 millones y 25 millones de hectáreas respectivamente para la explotación lo que nos hace pensar que los 8,4 millones de hectáreas que dispone Colombia para explotación y que este dato seguramente seguirá en aumento es evidencia de lo que el gobierno de Colombia pretende que no es más que consolidar la minería como uno de sus ejes económicos. Pues así lo dicta el Plan Nacional de Desarrollo Minero y Política ambiental Visión Colombia 2019 del Gobierno del presidente Juan Manuel Santos, que determinó hacer de Colombia un “país minero”.

La minería como actividad desempeña un papel importante en el sector económico por la extracción de minerales lo cual genera un lucro tanto para las multinacionales como para un grupo de mineros que realice esta práctica. Con respecto a Colombia se realizan tres tipos de minería, a pequeña escala la cual es practicada por minorías étnicas, la media y la minería a gran escala efectuada generalmente por multinacionales extranjeras, estas son clasificadas según la variable de producción de mineral o material estéril extraído en una unidad de tiempo, además de las diferencias de producción y generación de ingresos. Ahora un factor clave que se debe tener en cuenta es el impacto ambiental y social causado, donde la minería mediana y a gran escala transforman el paisaje de formas muy marcadas, montañas enteras son convertidas en rocas para

luego ser trituradas y mezcladas con caldos químicos que poseen reactivos como mercurio, ácido sulfúrico, cianuro, que luego contaminan el aire, el agua y los suelos, afectando a un sin número de organismos.

Sin embargo, la minería a pequeña escala no es ajena a estos impactos pues si bien es sabido que es una práctica que se realiza en unas zonas pequeñas por un número bajo de mineros, al sumar los pequeños impactos terminaremos por tener un resultado alarmante, además la minería artesanal y no es tan artesanal pues los mineros han incluido en sus prácticas el uso de químicos como por ejemplo el cianuro utilizado para extraer el oro, lo que ha ocasionado el problema se agravié (Medina & Mera, 2013).

Los tipos de explotaciones mineras son tan variados en su concepción y diseño como los yacimientos que se benefician. La elección del método a aplicar depende de numerosos factores tales como: la profundidad, la forma de inclinación del depósito, la distribución de leyes del mineral, las características geomecánicas de las rocas encajantes y del propio mineral, los costes de explotación, etc. (Fernandes, Carcedo, Javier, 1989).

Según MinMinas (2009). Existen los siguientes tipos de minería según la forma de extracción de minerales:

1. Minería a cielo abierto la cual consiste en la extracción por separado de la totalidad de la sustancia mineral y estéril que se encuentra en el depósito, hasta una profundidad determinada por las condiciones propias del yacimiento. Esencialmente es una excavación abierta al aire para extraer el recurso mineral del subsuelo.

2. Minería subterránea que extrae y transporta el material a través de túneles y galerías que alcanzan la superficie; en los cuales se busca un mínimo movimiento de material estéril. Este

sistema se aplica cuando las condiciones geológicas de un depósito o yacimiento mineral son tales que, la remoción del material estéril hace que la minería a cielo abierto sea antieconómica.

3. Minería de pozos o de perforación método utilizado para los minerales que no requieren ser extraídos mediante el proceso de excavación de túneles, estos minerales son el gas y el petróleo.

4. Minería de barequeo encargada de extraer materiales de arrastre, realizado solo con herramientas no mecanizadas y con una extracción que no supere un volumen de 10 metros cúbicos por día, en una longitud de rivera de 200 metros de largo. El método consiste en ablandar la tierra con agua luego cavar con ayuda de palas, y en vasijas labradas en un tipo de madera especial, se colocan los minerales y el barro con agua, para que después de una barrida con el movimiento de las manos del minero, salga el presumido metal. Este mecanismo no afecta en mayor grado a medio ambiente pues no se utilizan insumos químicos ni maquinarias. Esta forma de extracción es la más utilizada en la minería ilegal, la cual demanda una gran destreza que solo se logra con experiencia. Los barequeros, buscadores de minerales preciosos, dejan a un lado sus actividades cotidianas por la batea y la pala, se agrupan en grandes o pequeños grupos y se instalan en zonas cerca de los ríos.

1.3 Producción de minerales en Colombia

Como ya se mencionó anteriormente Colombia posee un gran potencial minero. La minería practicada hoy, está representada en reservas y producción, los productos en los que se basa este desarrollo son el carbón, el níquel, y el oro principalmente, pero además también se explotan las esmeraldas, la plata, el platino, el cobre, el hierro y el petróleo.

A continuación, se presenta un análisis de la producción minera del país, para este se tendrá en cuenta solo la producción de carbón, níquel y oro, debido a su importancia dentro del sector.

1.3.1 Producción de Carbón en Colombia

Existen diferentes tipos de carbón que son comercializados en el mundo. Los más importantes debido a su uso son el carbón térmico o carbón-vapor y el carbón coque o metalúrgico, este último llamado así ya que es muy utilizado en la industria siderúrgica pues posee un gran poder calorífico lo que lo hace ideal en la fabricación del acero. El comercio del carbón térmico es tres veces mayor a la de carbón coque. Colombia extrae principalmente carbón térmico, el cual se usa para la generación de vapor que se utiliza para mover turbinas en las plantas de generación eléctrica. Colombia satisface la demanda de electricidad en Europa y Estados Unidos, exportando cerca del 90% del carbono que es extraído en todo su territorio. (Melo, Pe-a, Rocha, Torres, 2015).

El satisfacer la demanda de este mineral para la producción de energía eléctrica ha hecho que países como Colombia avancen en la implementación de técnicas de extracción a gran escala como la explotación subterránea y la más usada la explotación a cielo abierto. La implementación de estas técnicas permite obtener el mineral más rápido y en enormes cantidades, sin embargo esto ha hecho que se sobre exploten las diferentes zonas productoras, además de ser causantes de grandes contaminaciones y afectación a la salud humana.

Según Fidel (2010), Colombia a nivel de América latina y mundial ocupa el primer y décimo puesto respectivamente en producción de carbón. Su territorio cuenta con la mayor reserva de este mineral de toda Latinoamérica. Se tiene un cálculo de unos yacimientos potenciales de 16.992

millones de toneladas de los que 7.063 son reservas medidas. si se sigue con un ritmo de extracción similar al actual se cree que esta reserva aseguraría la explotación carbonífera colombiana durante por lo menos unos 100 años. Sin embargo, se evidencia un aumento de producción exponencial en los últimos años lo que seguramente reduciría las cantidades de las reservas agotándolas más rápido de lo previsto.

La participación de la minería en la economía de algunos departamentos se convierte en un punto clave para el análisis del desarrollo económico regional, las regiones se convierten en un importante generador de ingresos por la acción creciente de la extracción del carbón para exportación.

El 90% de la producción de carbón nacional provienen de los yacimientos del cesar y la guajira. En estos departamentos en los últimos años se ha evidenciado un incremento de sus economías, incluso más acelerado que el conjunto de la economía nacional.

Vale la pena analizar la contribución progresiva de la minería en el PIB nacional durante los últimos años. Los casos más relevantes son los del departamento del Cesar y La Guajira.

La economía del Cesar en su conjunto tuvo un alza, paso de representar 1,4% del PIB nacional en el año 2000, a 1.8% en 2016 y en menor medida el valor agregado por la economía de La Guajira al PIB nacional paso de 0,9% a 1,0%.

En La Guajira, el carbón sigue consolidándose como el sector más relevante de la economía regional representando entre el 30% y 50% del PIB departamental en la última década. Como manifiesta Roca (2007), la economía de La guajira sufrió una profunda transformación a partir de

los años ochenta, si bien en el año 1975 el comercio representaba el 58% del PIB departamental y la minería un pequeño 2%, veinte años más tarde la minería en esta región dio un giro y paso a constituir el 51% del PIB y por su parte el sector del comercio quedo relegado con un 5.3%.

El departamento fue creciendo a medida que se estableció una economía en base a la minería, y al transcurrir los años este crecimiento se reflejó positivamente en el PIB nacional. Sin embargo, su representación en el año 2013, 2014 y 2015 fue 55%, 56% y 48% respectivamente, aquí se evidencia un decrecimiento en la tasa de participación por primera vez en los últimos años, situación que se ha acentuado por ser bienes exportables que se ven fuertemente influenciados ante el permanente crecimiento del precio del dólar.

Un caso similar ocurrió con el departamento del Cesar, el cual apporto el 44% de las cifras totales de producción de minerales del 2016. Algo muy diferente paso con el sector agropecuario el cual paso de representar cerca del 20% a un 8% del valor agregado total generado en el departamento. La representación de la minería en el PIB paso de representar el 8% en 1990 a 33,1% en 2005.

El departamento del cesar en los últimos 10 años consiguió un aumento sostenido del PIB, lo que le permitió tener un crecimiento mayor del promedio nacional, en el periodo de 1990 al 2005 el PIB en el departamento de Cesar tuvo un crecimiento promedio de 4,63%, mientras en el ámbito nacional el crecimiento del PIB promedio fue de 2,97%, debido a la explotación de carbón para exportación (Área de Paz. Desarrollo y Reconciliación., 2010).

También en el departamento de córdoba la minería avanza hasta el segundo lugar en importancia económica después de la agricultura. En la década de los noventa la minería contribuía con un 18% del PIB y para el año 2005 incremento a un 25% (Cárdenas, M., Reina, M., 2008).

Sin embargo, la tendencia de estos departamentos a depender de la minería en tan altos porcentajes puede ser muy peligroso para la economía pues si no se tiene respaldo en buena medida de otros sectores como la industria manufacturera, la construcción, el comercio, un posible declive de esta actividad, generado por ejemplo en una caída del precio del carbón puede causar un fuerte impacto negativo en sus economías.

Por otra parte, el panorama es muy diferente en algunos departamentos el sector minero ha perdido importancia económica. Por ejemplo, el departamento de Boyacá contribuía con el 10% del PIB a comienzo de la década de los noventa, pero hoy día aporta tan solo un 2,9%. Choco es otro de los departamentos que ha presentado esta tendencia, este departamento conocido por su importancia en la minería aurífera presentaba una participación en el año 1990 de aproximadamente 26% pero hoy en día representa una contribución del 16,6% (Cárdenas et al, 2008).

1.3.2 Producción de Níquel en Colombia

El níquel (Ni) es un metal duro, maleable y dúctil. En cuanto a cantidades de producción de níquel Colombia es el primero en Suramérica y el tercero en Centroamérica y el Caribe, después de Cuba y República Dominicana (UPME, 2009). Esta producción proviene únicamente de la mina de Cerro Matoso, ubicada en el departamento de Córdoba en la costa caribe colombiana. El níquel es explotado de suelos lateríticos generados en rocas ultramáficas de edad cretácica. Estos suelos son ricos en este metal por la transformación de rocas peridotitas en saprolítico ricos en hierro y níquel, durante el proceso de meteorización (ANM, 2015).

Existen conocimientos de otros yacimientos de níquel mucho menores en tamaño en comparación de Cerro Matoso, los cuales aún no son explotados, estos se encuentran en Planeta Rica y Uré al norte y sur de Cerro Matoso, también se conocen reservas en el departamento de Antioquia ubicadas en Morro Pelón, Ituango y Medellín.

El material que es exportado es el Ferroníquel que es una aleación de hierro y níquel, el material de alta pureza contiene aproximadamente (37% de Ni), el proceso de producción del Ferroníquel se puede resumir de la siguiente manera: El mineral el cual ya fue analizado para saber su composición y escogido, es extraído por minería a cielo abierto utilizando palas excavadoras, luego el material extraído es transportado en camiones y llevado a una trituradora para obtener un material homogéneo con presencia de humedad por la absorción de agua. Se le realiza un secado al material por medio de hornos, una vez el material se encuentre más seco se realiza una separación del mineral con menor contenido de níquel y el material más concentrado, este último es transportado y almacenado en depósitos cubiertos. Luego el material es sometido a un proceso de calcinación donde sufre una reducción parcial de hierro y agua. A continuación, el metal es colado desde el horno de reducción a una cuchara precalentada, se inicia una inyección de oxígeno y cal con el objetivo de remover el fósforo y el carbono disueltos en el metal, ahora la Calcina Caliente Pre-Reducida obtenida es procesada en la fase de Fundición en la cual, se completan las reacciones químicas de "Reducción" y se funde la calcina para entregar un Metal Líquido Sobrecalentado y Crudo a la Fase de Refinación – Granulación. aquí, se eliminan los elementos indeseables del metal hasta lograr los valores específicos comerciales del Ferroníquel, su presentación es en forma de gránulos, este se pesará y almacenará en tolvas y ya estará listo para la comercialización.

La producción colombiana de Níquel estaba teniendo una tendencia de producción de un promedio de más de 40 mil toneladas anuales, pero en los años 2015 y 2016 se observa una caída de producción llegando a 36,6 y 37,1 respectivamente lo que va en contra de las proyecciones del gobierno que esperaban una producción cercana a 48 mil toneladas, un informe del diario El Espectador (2015), en entrevista con Luis Marulanda vicepresidente de asuntos corporativos de cerro matoso comenta que la producción de Níquel seguirá cayendo hasta un promedio de 30 mil toneladas hasta el año 2029 cuando la concesión se acaba. El bajón de la producción se debe a la caída de la concentración del mineral, algo que ocurre en todas las minas del mundo. Sumado a esto china que es el principal comprador de Níquel colombiano, ha tenido una paulatina desaceleración de su economía, lo que produce una escasa demanda y una creciente oferta lo que hace que los precios caigan.

1.3.3 Producción de Oro en Colombia

El oro ha estado presente y desempeñando un rol importante en la economía colombiana desde tiempos de la colonia. El oro se encuentra generalmente distribuido en rocas en muy pequeñas cantidades e inclusive en las aguas marinas. En Colombia la minería artesanal y de pequeña escala explota yacimientos de oro extendidos principalmente a lo largo de las cordilleras Central y Occidental y sus respectivos valles interandinos. Los yacimientos son básicamente de dos tipos: los primarios o de filón y los secundarios o aluviales.

Los depósitos primarios o filonarios o de vetas, provienen de las capas fundidas debajo de la corteza terrestre que ascienden hacia la superficie. En la subida del magma ocurre un proceso llamado diferenciación magnética en este se originan soluciones hidrotermales concentradas con metales, estas soluciones se comienzan a enfriar y a presentar procesos de cristalización para depositarse en las fracturas de las rocas formando vetas o venillas, las de mayor tamaño se conocen como vetas o filones, estos filones se constituyen de minerales de cuarzo, carbonatos, micas y en la mayoría de los casos por minerales metálicos como el oro que no sobrepasan el 5% de la masa filoniana.

La minería artesanal se enfoca en depósitos con cantidades de oro en forma libre pues este mineral se encuentra en compañía de otros tipos de mineral formando asociaciones con minerales como la plata, el telurio, el selenio o sulfuros de cobre, zinc, hierro, plomo, arsénico, antimonio entre otros. Los procesos para explotar estas vetas en minería a pequeña escala, pero con capacidad tecnología aprovechan el oro libre de mayor tamaño mediante el uso de concentración gravimétrica y amalgamación, para el oro de menor tamaño se realiza el proceso de cianuración mediante agitación o percolación sin embargo estos procesos no son suficientes para extraer la totalidad del oro, pues siempre se pierde alrededor del 30% del metal.

Ahora bien, los depósitos secundarios conocidos como aluviones o coluviones son formados por la descomposición de la roca en fragmentos, algunos de estos fragmentos son minerales auríferos los cuales se concentran en los aluviones debido a la densidad y estabilidad química y física del oro. En los aluviones auríferos formados por el movimiento mecánico del agua el oro es liberado de sus posibles partículas acompañantes tales como el cuarzo, carbonatos o sulfuros; las láminas de oro se desintegran formando gránulos los cuales serán recuperados en forma de oro puro o libre.

Los depósitos aluviales de oro presentan importancia no solamente económica sino también cultural pues muchas comunidades mayormente indígenas y afros forman sus territorios alrededor de la explotación del oro en ríos. Esta actividad es el sustento de miles de familias y es practicada tanto por hombres como mujeres, por medio de la minería artesanal, donde algunas ocasiones se hace uso de poderosas motobombas y retroexcavadoras incrementando el daño al medio ambiente.

Por otro lado, Según datos del Sistema de Información Minero Energético – SIMCO tomados por UPME (2016), refiriéndonos al valor de la producción y las exportaciones estas presentan un comportamiento fluctuante explicado por la correlación del precio local con el precio internacional. El uso de oro para los elementos tecnológicos demanda grande explotaciones, pero además de esto en Colombia se ha mantenido la minería mediana, pequeña y de subsistencia que representan una gran parte de la producción del país. Las estadísticas de este subsector son deficientes y no reflejan la realidad pues en muchas pequeñas locaciones se practica Minería de hecho o ilegal, que muchas veces no hace presencia en las cuentas anuales de Minería metalúrgica. En cuanto a la producción de oro aumentó un 2,28% en el año 2014 y 6,19% en el año 2015 con respecto al año 2013, donde los departamentos de Antioquía, Chocó, Nariño y Cauca tienen una participación de más del 80% de la producción total del país.

El departamento de Antioquia es el mayor productor de oro en Colombia en el año 2006 llego a representar un aproximado del 68% de la producción nacional, esto es posible porque el departamento cuenta con el mayor grado de tecnificación para la extracción de este mineral (De Guevara, 2006). los otros departamentos con importancia en el sector son Chocó, Nariño y Cauca.

2 CAPITULO II Impactos negativos de la minería al ambiente

Con el objetivo de evidenciar claramente el impacto ambiental producido por la actividad minera, se presentará según las diferentes etapas que constituyen la minería como actividad de explotación.

Según, Carrere (2004), esta se constituye en forma general por las siguientes etapas: prospección y exploración de yacimientos, desarrollo y preparación de las minas, explotación de las minas y tratamiento de los minerales.

En la fase de exploración algunos procesos con impacto ambiental, son los trabajos de cateo y prospección, aquí se realiza un desbroce de áreas extensas de vegetación, formando caminos para la posterior entrada de vehículos y monturas de plataformas de perforación, luego se ubican puntos estratégicos donde se cavan zanjas y pozos para tomar muestras. En esta fase se realizan mapeos topográficos y geológicos del lugar y después de tener certeza de haber encontrado algún tipo de mineral, se realizan los montajes de campamentos e instalaciones auxiliares.

Algunos países solicitan a las empresas mineras una evaluación de impacto ambiental específica en la fase de exploración de un proyecto minero, pues dependiendo del daño en la zona el proyecto puede o no continuar, esta evaluación es solo en el caso de la minería legal o minería con respaldo del código de minas, pues en lo que respecta a la minería ilegal se tiene una total falta de responsabilidad frente al daño del ambiente. Sin embargo, ni las empresas legales realizan en todos los casos esta evaluación.

Ahora, si la fase de exploración demuestra que hay un yacimiento con una cantidad de mineral importante, entonces el proyecto puede comenzar con la segunda fase de desarrollo y preparación de la mina. En este punto se hace importante la construcción de caminos de acceso sea para traer equipos o para sacar el mineral. Este proceso puede tener un gran impacto ambiental especialmente

si se atraviesan zonas ecológicamente sensibles, o se realizan en zonas donde habitan comunidades indígenas aisladas. Si la propuesta de un proyecto incluye rutas de acceso, entonces el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) debe hacer una evaluación de los impactos ambientales y sociales que se puedan generar.

La siguiente fase es considerada como la fase con mayor impacto ambiental esta hace referencia a la explotación y el nivel del impacto está dado según el método de extracción utilizado, esta fase comienza con la preparación del terreno por ejemplo en minas de cielo abierto se realiza una gran deforestación de bosques, afectando el hábitat de especies endémicas y afectando el flujo normal del agua dulce desde los bosque hacia los ecosistemas y zonas urbanas, además en tiempos de lluvia el suelo no es capaz de contener el agua lo que provoca una fluida esorrentía, causando erosión del suelo y dejando expuestas aldeas, ciudades y campos agrícolas ante posibles inundaciones por crecidas de los ríos.

Lo siguiente es la realización de socavones los cuales se hacen a partir de perforaciones con aire comprimido para luego insertar barrenos en los agujeros y se hacen explotar, para sostener estos túneles se necesita mucha madera para lo cual es necesario talar los bosques de esta zona, la creación de estos túneles genera una gran erosión del terreno y cantidades enormes de rocas sin valor económico que se convierten en montañas incluso más grandes que la superficie explotada.

Los suelos que quedan tras una explotación minera contienen todo tipo de materiales residuales, escombros estériles, entre otros, lo que representa graves problemas para el desarrollo de la cubierta vegetal, siendo sus características más notables las siguientes: clase textural desequilibrada, ausencia o baja presencia de la estructura edáfica, propiedades químicas anómalas, disminución o desequilibrio en el contenido de nutrientes fundamentales, ruptura de los ciclos

biogeoquímicos, baja profundidad efectiva, dificultad de enraizamiento, baja capacidad de cambio, baja retención de agua y presencia de compuestos tóxicos (García & Dorronsoro, 2002).

Por otro lado, el polvo producido por la actividad de las minas contamina el aire causando enfermedades respiratorias en las personas y asfixia en plantas y animales, así mismo suele haber emanación de gases y vapores tóxicos en el tratamiento de los metales, entre estos pueden estar el dióxido de carbono, el metano dos de los principales gases de efecto invernadero así como el dióxido de azufre responsable de la lluvia ácida causando daños en la vegetación y en los organismo fijadores de nitrógeno.

De igual modo, uno de los impactos más significativos de un proyecto minero es la contaminación y desperdicio del recurso hídrico, punto clave para determinar si el proyecto es ambientalmente aceptable, en este punto se debe preguntar si el agua superficial y subterránea seguirá siendo adecuada para el consumo humano, y si no se verán afectadas las especies acuáticas y la vida silvestre terrestre. Carrere (2004), afirma que la minería utiliza una gran cantidad de agua que generalmente es extraída de la capa freática del lugar lo que lleva a secar pozos de agua dulce disponibles para uso humano y de animales de la zona.

El uso de ácidos y materiales tóxicos como metales pesados ocasionan una contaminación de los suelos y del agua, si estas sustancias contienen metales como (hierro, cobre, plomo, cadmio, mercurio etc.) y materiales sulfurosos, como la pirita u “oro de tontos” y se exponen al oxígeno y al agua, la acción de los ácidos disolverá metales y otros materiales contaminantes formando un lixiviado, que también, puede formarse por compuestos tóxicos como el arsénico, selenio, en ausencia de condiciones acidas, los compuestos de cianuro y nitrógeno (amonio, nitrato, nitrito) pueden incrementarse en la zona minera por la lixiviación y las explosiones realizadas. Con el

tiempo estas sustancias contaminantes se irán abriendo paso hasta llegar al agua subterránea la cual desemboca en depósitos de agua dulce, este proceso es uno de los principales fenómenos de contaminación de agua relacionados con la minería metálica.

Al respecto (Earthworks s.f) nos explica: El drenaje ácido se considera una de las amenazas más graves a los recursos hídricos causando impactos a largo plazo en los ríos, riachuelos y en la vida acuática. El proceso de contaminación ocurre cuando los metales como el oro, plata, molibdeno que se encuentran con frecuencia en la roca en forma de metales azufrados son excavados y expuestos al agua y al aire durante el proceso de minado, de aquí se forma ácido sulfúrico. Esta agua ácida puede disolver otros metales peligrosos en las rocas cercanas. Si no es controlado, el drenaje ácido puede discurrir hacia los ríos, riachuelos o percolarse hacia las aguas subterráneas. El drenaje ácido puede liberarse desde cualquier parte de la mina donde los sulfuros se expongan al aire y al agua, incluyendo las pilas de material estéril, botaderos de escombros o desecho de roca, relaves, tajos abiertos, túneles subterráneos y pilas de lixiviación.

El drenaje ácido también disuelve metales tóxicos, como el cobre, aluminio, cadmio, arsénico, plomo y mercurio, que se encuentran en la roca de los alrededores. Aun en pequeñas cantidades los metales pueden ser tóxicos para los humanos y la vida silvestre. Arrastrados por el agua, los metales pueden viajar largas distancias, contaminando los riachuelos y agua subterránea lejos de su punto de origen. Los impactos en la vida acuática pueden ir desde la muerte inmediata de peces hasta efectos subletales que afectan poco a poco el comportamiento, el desarrollo y reproducción normal de los peces.

Además, los metales son muy problemáticos ya que el ambiente no los destruye, estos se sedimentan el fondo de los ríos o riachuelos y persisten por largos periodos de tiempo,

constituyendo una fuente de contaminación a largo plazo que afecta los insectos acuáticos que viven ahí, y a los peces que se alimentan de estos.

En general todo el ecosistema acuático conformado por peces, animales y plantas se ve afectado pues este medio acuático se convierte en un medio ácido al presentar medidas de pH inferiores a 4, impidiendo que los diferentes organismos sobrevivan.

Vale la pena ahondar en el problema de la contaminación por los metales pesados pues sin duda es uno de los que genera mayor impacto en el ambiente. El término “metales pesados” se aplica a cualquier elemento metálico que tenga una densidad relativamente alta y que sea tóxico o venenoso, aun en bajas concentraciones (Lenntech, 2004). Entre los metales pesados se incluyen el plomo (Pb), cadmio (Cd), zinc (Zn), mercurio (Hg), arsénico (As), plata (Ag), cromo (Cr), cobre (Cu), hierro (Fe) y el grupo de elementos del platino, estos metales son apreciados por sus propiedades, como ductilidad, conductividad, maleabilidad, etc.

Algunos metales pesados son necesarios para el mantenimiento de la vida en bajas concentraciones como: Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V y Zn. Sin embargo, concentraciones elevadas de estos metales en el ambiente representan riesgo para los organismos. Otros metales como Pb, Cd, Hg y As no aportan ningún beneficio a los organismos y son considerados como tóxicos convirtiéndose en perjudiciales para las plantas y animales (Raskin, Kumar, Dushenkov, Salt., 1994).

A lo largo del tiempo el hombre ha desarrollado el conocimiento para utilizar los metales pesados, teniendo una dependencia importante hacia estos elementos. Esta relación existe desde la aparición de la metalurgia en la edad de cobre y bronce. Los metales pesados son componentes del entorno geológico y algunos son esenciales para los procesos biológicos enzimáticos de los que depende

la vida. Sin embargo, una exposición crónica a bajas concentraciones representa riesgo para el ambiente y la salud humana. Para lo cual, una caracterización de los procesos implicados de transporte y migración de los contaminantes, es de vital importancia en el proceso de evaluación de riesgos. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los estados unidos, actualmente incluye en la lista de contaminantes prioritarios los siguientes elementos traza: antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio y zinc (Stone & O'Shaughnessy, 2005). Metales presentes a largo de la actividad minera.

Los metales pesados se acumulan en distintos órganos de un individuo, en animales se acumulan en hígado y riñón, y en el caso de las plantas lo hace en la hoja y la raíz. Esto incide en el desarrollo normal de los individuos. Nolasco, S. (2011) menciona que los metales pesados pueden ayudar a desarrollar una serie de problemas fisiológicos y metabólicos como:

- Cambios Histológicos o Morfológicos en los tejidos
- Cambios en la fisiología como supresión del crecimiento y desarrollo
- Cambios en la bioquímica del organismo tales como en la actividad enzimática y química de la sangre
- Trastornos de comportamiento
- Cambios en la reproducción.

Para Hodson 2012, (citado en Montes, 2016). Estos problemas son causa de mortalidad, reduciendo el número de especies en una zona. Los contaminantes metálicos y metaloides son capaces de causar una disminución en la población debido a los efectos tóxicos que pueden causar en la flora y fauna de un ecosistema y de esta manera causar la eliminación de depredadores o competencia. En los microorganismos como bacterias y hongos se acumulan en las superficies

celulares, causando efectos en la mortandad, reproducción y tasa de crecimiento. Cuando existe una alta concentración de algún metal sin importar la etapa del ciclo de vida bajo estudio esta se ve afectada de manera perjudicial y esto ocurre debido a una combinación de la disponibilidad del metal, la vía de exposición, duración de la exposición, propiedades químicas y físicas del suelo.

Las plantas responden al aumento de concentraciones de metales en suelo, mediante la absorción y la acumulación a través de la solución del suelo quien los moviliza hasta las raíces, parte de la planta donde se lleva a cabo la absorción o adsorción (Adriano, 2006). Los metales pesados son transportados a la planta a través del transporte activo (metabólico) o pasivo (no metabólico), por ejemplo, el plomo se transporta a través del pasivo y el Cobre, Molibdeno y Zinc a través del activo (Alloway, 1995). Las especies cultivadas en suelos contaminados por lo general absorben más oligoelementos, esto aumenta la concentración de metales pesados en el tejido vegetal. Altas concentraciones de metales pesados en los tejidos causan fitotoxicidad. Lo anterior se ve reflejado en síntomas como: clorosis causada por pérdida de sales lo que causa pérdida de color verde, crecimiento débil de las plantas o incluso reducción en la absorción de los nutrientes y desórdenes en el metabolismo (Puga, S., Sosa M., Lebgue T., Quintana C. y Campos A. 2006).

A continuación, se presentará de forma detallada el impacto negativo en el ambiente causado por los principales metales pesados de la industria minera.

Comencemos por el Arsénico (As), este es un elemento natural ampliamente distribuido en la corteza terrestre. En una concentración media de 2 mg/kg. Este metal se puede movilizar a través de una combinación de procesos que incluyen la meteorización, actividad biológica, emisiones

volcánicas, minería, combustibles fósiles pesticidas herbicidas, conservadores de madera etc. (Márquez, 2008). Puede transportarse por el aire, el agua o filtrarse a través del suelo y contaminar otros terrenos por medio del polvo que es levantado por el viento.

El Arsénico es un elemento que se encuentra en forma de impureza en los minerales metálicos. En la minería cuando se realizan tratamientos metalúrgicos, en concreto, los procesos de fundición de concentrados de cobre con presencia de minerales arsenicales, pueden dar lugar a graves problemas de contaminación por vía aérea, este se escapa por las chimeneas en forma de As_2O_3 afectando a las comunidades cercanas y al ambiente.

La exposición puede también ocurrir a través del contacto con la piel con suelo o agua contaminada con As. Este elemento puede causar varios efectos sobre la salud, como es disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, daños en la piel, e irritación de los pulmones (Nolasco, 2011).

También, “su presencia en el organismo de los humanos es capaz de inhibir el sistema inmune, daña el Sistema Nervioso Central, provoca cirrosis hepática, afecta el riñón. En una exposición aguda podemos observar un cuadro intestinal con gastroenteritis, esofagitis, vómitos, diarrea, náuseas y dolor abdominal. El Arsénico en animales y en plantas se combina con carbono e hidrógeno para formar compuestos orgánicos de arsénico. El arsénico no puede ser destruido en el ambiente, solamente puede cambiar de forma lo que aumenta su peligrosidad” ATSDR, 2007; SEMARNAT, 2009; Santillana, 2009, (citado en Montes, 2016, p. 27).

Es sugerido que la toma de significantes cantidades de As inorgánico puede intensificar las posibilidades de desarrollar cáncer, especialmente las posibilidades de desarrollo de cáncer de piel, pulmón, hígado, linfa, exposiciones muy altas de Arsénico inorgánico puede causar infertilidad y

abortos en mujeres, puede causar perturbación de la piel, pérdida de la resistencia a infecciones, perturbación en el corazón y daño del cerebro tanto en hombres como en mujeres. Finalmente, el Arsénico inorgánico puede dañar el ADN (lenntech, 2017).

En el caso de las plantas también se pueden contaminar con As, pues pueden absorberlo fácilmente, y luego estar concentrado en sus frutos.

Del mismo modo, concentraciones de este elemento en aguas superficiales aumentan las posibilidades de alterar el material genético de los peces los cuales se alimentan de plantas con contenido alto de As. (Nolasco, 2011).

Otro metal de interés es el Cadmio (Cd) este generalmente se encuentra combinado con otros elementos tales como oxígeno (óxido de cadmio), cloro (cloruro de cadmio) o azufre (sulfato de cadmio, sulfuro de cadmio). Se encuentra presente en todos los suelos y rocas, incluso en el carbón y abonos minerales.

El Cadmio es recuperado principalmente como subproducto de la minería, en procesos de fundición y refinación del zinc y en menor grado del plomo y cobre (Nolasco, 2011).

El Cadmio entra al suelo, al agua y al aire durante actividades industriales y de minería, asimismo, durante la combustión de carbón y desechos domésticos. No se degrada en el ambiente, pero sí cambia de forma. Las partículas de cadmio en el aire pueden recorrer largas distancias antes de depositarse en el suelo o el agua. Algunas formas de cadmio son solubles en agua. También se adhiere fuertemente a partículas del suelo. Las plantas, los peces y otros animales incorporan cadmio del ambiente. En el ser humano el cadmio se acumula principalmente en los riñones

causando hipertensión arterial. ATSDR, 2008; SEMARNAT, 2009, (Citado en citado en Montes, 2016).

El Cadmio es fácilmente adsorbido por la materia orgánica del suelo. El Cd en los suelos puede ser muy peligroso, y la posibilidad de ingestión por parte del hombre y los animales a través de los cultivos aumenta.

Cuando los suelos presentan un pH ácido aumenta la probabilidad de que las plantas se contaminen por este metal. Esto es un daño potencial para los animales que dependen de las plantas para sobrevivir. El Cadmio puede acumularse en sus cuerpos, especialmente cuando estos comen muchas plantas diferentes, debido a esto animales como las vacas pueden tener grandes cantidades de Cd en sus riñones. Cuando una animal ingesta Cd ya sea por alimento o agua presentan presión sanguínea alta, daños del hígado y daños en nervios y el cerebro.

Los animales esenciales para el suelo presentan alta sensibilidad al envenenamiento por Cadmio, llegando a causar la muerte incluso en concentraciones bajas, lo que afecta considerablemente la estructura y el ecosistema del suelo (Lenntech, 2017).

El cadmio es tóxico aun a bajos niveles de concentración, en humanos, exposiciones a largo plazo causa disfunciones renales, caracterizadas por proteinuria tubular (disminución de la capacidad de reabsorción de las proteínas filtradas normalmente). Cuando las personas entran en contacto con Cd a través del aire pueden dañar severamente sus pulmones, una larga exposición puede conducir a enfermedades obstructivas del pulmón, como la neumonitis de cadmio, resultado de inhalación de polvo y humos. Esta enfermedad se caracteriza por dolores en el pecho, tos con flema y sangre en los esputos, ocasiona muerte de los tejidos de la mucosa de los pulmones debidos a la excesiva acumulación fluidos acuosos. El Cadmio es también asociado con defectos óseos, tales como:

osteomalacia, osteoporosis y fracturas espontáneas, incremento de la presión sanguínea y disfunciones del miocardio. Dependiendo de la severidad de la exposición, los síntomas de los efectos incluyen náuseas, vómitos, calambres abdominales, disnea y debilidad muscular. La exposición severa puede resultar en edemas pulmonares y muerte. Los efectos pulmonares (enfisema, bronqueolitis y alveolitis) y efectos renales, pueden ocurrir como consecuencia de inhalación sub-crónica por exposición al cadmio y sus compuestos (McCluggage, 1991; INECAR, 2000; European Union, 2002; Young, 2005). (Citado en Duruibe, Ogwuegbu, Egwurugwu, 2007)

Otro de los metales más explotados para suplir la demanda en el campo tecnológico es el cobre (Cu) se caracteriza por ser un muy buen conductor; Se puede encontrar naturalmente en la corteza terrestre en una concentración media de 100 mg/kg. Este metal se encuentra en rocas, suelo, agua y aire. Es un elemento esencial para las plantas y animales, por lo tanto, es necesario para la vida. Con cobre se fabrican diferentes objetos como alambres, cañerías, láminas de metal etc.

En la agricultura se utiliza para tratar enfermedades de las plantas, también, como conservador para alimentos, cueros y telas.

En los humanos el Cu en bajas concentraciones es esencial para la vida, sin embargo, en altas concentraciones puede tener efectos negativos para la salud como: irritación de la nariz, la boca y los ojos, vómito, diarrea, calambres estomacales y puede llegar a causar muerte.

En el ambiente el Cu es liberado por la industria minera, actividades agrícolas, actividades de manufactura, la liberación de aguas residuales a ríos y lagos, volcanes, vegetación en descomposición y por último incendios forestales. El Cu generalmente se adhiere a partículas de materia orgánica, arcilla, suelo y arena, este metal no se degrada en el ambiente (ATSDR, 2004).

El ganado ovino es la especie más sensible a la intoxicación por Cu, tolera apenas 25 mg/kg PV. En casos agudos o crónicos la mortalidad es cerca del 100%. En bovinos el consumo de 220 a 880 mg/kg de peso corporal pueden causar la muerte, las vacas pueden adquirir hemolisis letal al consumir dosis de 38 mg/kg PV (Bilandžić, Đokić, Sedak, Solomun, Varenina, Knežević, Benić, 2011).

Altas concentraciones de sales solubles de cobre conllevan a coagulación proteica e inflamación severa de mucosa digestiva. Las muertes rápidas se deben a insuficiencia hepática, mientras que los decesos tardíos se producen por insuficiencia renal. Por otro lado, no existe evidencia de efectos cancerígenos del cobre o sus compuestos por ninguna vía de exposición (Londoño, F., Londoño, P., Muñoz, F. 2016).

Por su parte El manganeso (Mn) es otro de los metales pesados que se usa en la industria para realizar aleaciones con otros metales. Se encuentra de forma abundante en la corteza terrestre se pueden encontrar en concentraciones de 350 a 2000 mg/kg. Las principales formas de este mineral en suelo son: pirolusita (MnO_2), manganita ($MnOOH$), hausmanita (Mn_3O_4) y rodocrosita ($MnCO_3$). La movilidad y biodisponibilidad del manganeso está dada por factores como el pH y el potencial óxido reducción. En suelos con un pH ácido podemos encontrar una mayor concentración de este metal (Rodríguez, Y., 2011).

El manganeso se encuentra en muchos tipos de rocas, es de color plateado en su estado puro, en el ambiente se combina con óxido, azufre o el cloro. Este metal se utiliza en la producción de acero para mejorar su dureza, rigidez y solidez y se ha utilizado como aditivo en la gasolina con el fin de mejorar su octanaje.

En los humanos la ingesta de pequeñas cantidades que vienen en los alimentos o el agua es necesaria para mantenerse sano, pero la exposición a elevadas concentraciones puede ocasionar daños al cerebro, cambios en el comportamiento, efectos en el sistema nervioso, la persona puede volverse lenta y torpe, irritaciones pulmonares y efectos en la función reproductora. En el ambiente el Mn puede ser liberado al aire, al suelo y al agua durante la fabricación, uso o eliminación de productos a base de Mn, no puede ser degradado en el ambiente, solo puede cambiar de forma y puede adherirse a partículas del suelo o separarse de ellas (ATSDR, 2012).

Un elemento que debemos tener en cuenta es el plomo (Pb) pues es el principal contaminante metálico en la atmosfera, es un metal gris-azulado, se encuentra en pequeñas cantidades en la corteza terrestre (15 mg/kg). La mayor parte proviene de actividades como la minería, manufactura industrial y de quemar combustibles fósiles. Se cree que las concentraciones de plomo han aumentado más de mil veces durante los últimos tres siglos, esto debido a las actividades antropogénicas. Las principales formas del Pb emitido por la minería y fundiciones son PbS, PbO, PbSO₄ Y PbO-PbSO₄. El plomo no es degradable, pero los compuestos de plomo son transformados por la luz natural, el aire y el agua. Cuando se libera plomo al aire, puede movilizarse largas distancias antes de depositarse en el suelo una vez que cae al suelo, generalmente se adhiere a partículas del suelo (ATSDR, 2007; Santillana, 2009; Rodríguez, Y., 2011).

Un efecto importante de la toxicidad del Pb es su acción teratogénica, El Pb puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre, debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro del niño en su estado de desarrollo embrionario.

El envenenamiento por plomo también causa la inhibición de la síntesis de la hemoglobina; disfunciones de los riñones, las articulaciones y el sistema reproductivo, el sistema cardiovascular y daño agudo y crónico al sistema nervioso central (CNS) y al sistema nervioso periférico (PNS) (Ogwuegbu y Muhanga, 2005).

Los niños absorben mayores cantidades de plomo por unidad de masa corporal que los adultos (hasta un 40%). Por lo tanto, los niños son generalmente más susceptibles al envenenamiento por plomo que los adultos. Entre los síntomas se encuentran cambios de comportamiento y desorden en la concentración. El plomo afecta a los niños llevándolos a un desarrollo pobre de la materia gris del cerebro, que da como resultado un bajo coeficiente intelectual (Q) (Udedi, 2003).

Este metal no es necesario para el cuerpo humano, este ocasiona problemas al ser tomado principalmente de alimentos, aire y agua. Nolasco (2011) menciona algunos efectos no deseados en el cuerpo humano como:

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia
- Incremento de la presión sanguínea
- Daño a los riñones
- Abortos y abortos sutiles
- Perturbación del sistema nervioso
- Daño al cerebro
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños
- Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión,

- comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

El Plomo también, ocasiona daños al ambiente, se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y terrestres, causando envenenamiento, los crustáceos se ven afectados incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo, además las funciones en el fitoplancton se ven perjudicadas con la intervención del plomo, se limita la síntesis clorofílica de las plantas, las cuales también pueden presentar envenenamiento, por lo que al incrustarse en las cadenas alimenticias la contaminación y sus consecuentes daños se vuelve un círculo vicioso, afectando la salud no solo de las personas que viven en las cercanías de los lugares contaminados, sino también de las personas que indirectamente se ven relacionadas por las cadenas alimenticias (Nolasco, 2011).

Es el turno de hablar de un metal utilizado por la industria automotriz y en la construcción. El Zinc (Zn) es un elemento abundante en la corteza terrestre. La concentración media de este metal en suelos es de 10 y 300 mg/kg con una media de 50 mg/kg. Los componentes como los silicatos, carbonatos, fosfatos, óxidos y materia orgánica pueden retener este metal en suelo. La arcilla controla la distribución del Zn en un 60% y el pH ya sea neutro o alcalino tiene una alta capacidad de inmovilizarlo. Las principales fuentes de generación de este metal en el ambiente son: la minería, la fundición y agricultura (Fertilizante) (Rodríguez, Y., 2011).

Es sabido que el zinc produce los mismos efectos negativos en la salud que el plomo, por lo que en muchos casos se realizan diagnósticos equivocados como si se tratara de envenenamiento por plomo (McCluggage, 1991). El zinc es considerado como relativamente no-tóxico, especialmente si se incorpora vía oral. Sin embargo, en cantidades excesivas pueden causar disfunciones del sistema endocrino que resultan en un deterioro de la capacidad de crecimiento y reproducción

(Nolan, 2003). Los signos clínicos de intoxicación con zinc son vómitos, diarreas, orina con sangre, ictericia (membrana mucosa amarilla), mal funcionamiento del hígado, riñones, y anemia (Fosmire, 1990).

Ahora, no podemos dejar por fuera de este apartado el metal quizás más conocido por el mundo como lo es el hierro. Este es el metal pesado más extenso y más abundante en la superficie de la tierra. En muy pocas ocasiones el Hierro se encuentra en estado puro, pues posee una facilidad para reaccionar con otros elementos. Este metal presenta una gran afinidad con el oxígeno, por lo cual se encuentra en la naturaleza en forma de minerales, compuestos principalmente por óxidos. Los minerales más explotados por industrias mineras son: hematita, limonita, magnetita y siderita (C. G. de Minería. 2012).

El hierro es un elemento esencial en el cuerpo humano, puede ser encontrado en la carne, productos integrales, patatas y vegetales. El cuerpo humano absorbe Hierro de animales más rápido que el Hierro de las plantas. El Hierro es una parte esencial de la hemoglobina, es el agente colorante rojo de la sangre que transporta el oxígeno a través de nuestros cuerpos.

Sin embargo, el contacto por encima de los niveles permitidos, puede provocar enfermedades como la conjuntivitis, coriorretinitis, y retinitis. La inhalación crónica de concentraciones excesivas de vapores o polvos de óxido de hierro puede resultar en el desarrollo de una neumoconiosis benigna, llamada sideriosis, puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón.

El hierro (III) -O-arsenito, pentahidratado puede ser peligroso para el ambiente; contamina las plantas, el aire y el agua, una vez entre en el ecosistema es muy difícil lograr una descontaminación. (Nolasco, 2011).

La ingesta en exceso de hierro en el embarazo, destruye la vitamina E, esto causa un déficit de oxígeno en la madre y en el feto quien ya tiene problemas para conseguir suficiente oxígeno a través de la placenta, esto puede derivar en un aborto, un parto con complicaciones, malformaciones o defectos mentales en el bebé (Elcinto, 2000).

Los estudios de mortalidad en mineros de la hematita (Fe_2O_3) han demostrado un mayor riesgo de cáncer de pulmón, entre personas fumadoras, en varias regiones mineras. Los estudios epidemiológicos sobre trabajadores de fundiciones de hierro y acero suelen poner de manifiesto un aumento del riesgo de cáncer de pulmón de un 1,5 a un 2,5. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la fundición del hierro y el acero como un proceso cancerígeno para el hombre (Nordberg, s.f).

Finalmente, nos referimos al muy cuestionado Mercurio (Hg). En Colombia la pequeña y mediana minería utiliza la amalgamación del oro como proceso para su extracción de las rocas que lo contienen, para esto es usado el mercurio elemental, ya que puede formar aleaciones con varios metales, por ejemplo, se utiliza para extraer oro de las rocas. Una vez formada la amalgama oro-mercurio, esta es calentada hasta que el mercurio se evapora, quedando una mezcla de oro y otros metales en menor proporción. Un gran problema de este proceso es que el mercurio evaporado es inhalado directamente por los mineros en varias etapas de la extracción aurífera, especialmente durante la quema de la amalgama, por lo que, en la cadena productiva, los más afectados son los quemadores de amalgamas. El mercurio también, es peligroso si se lo absorbe a través de la piel o se lo come cuando pasa de la mano de alguien al alimento (Bose-O'Reilly, Drasch, Beinhoff, Rodrigues, Roider, Lettmeier, Maydl, Maydl, Siebert, 2010) (citado en Verbel, 2011).

El mercurio contamina el ambiente al asentarse en el agua y el suelo, donde permanece durante muchos años. Algunos lagos y ríos en California, Estados Unidos, están todavía envenenados con mercurio de la explotación de oro de hace más de 100 años (IGME,1999).

El grado de toxicidad del mercurio depende de la forma de mercurio a la que están expuestas las personas.

Aunque el mercurio y sus compuestos son sustancias tóxicas, aun se debate sobre el grado exacto de toxicidad que presentan. Los efectos tóxicos, especialmente en el caso del metilmercurio, son importantes porque puede acumularse en la cadena alimentaria alcanzando altas concentraciones.

El metilmercurio en los alimentos, como el pescado, supone un particular riesgo para la salud debido a que es fácilmente absorbido en el cuerpo a través del estómago y los intestinos, es un fuerte veneno para el sistema nervioso, el daño neurológico, constituye, quizás, el más importante, en especial en los niños, cuyo sistema nervioso aún está en desarrollo. La exposición durante el embarazo es altamente preocupante, debido a que puede dañar el desarrollo del cerebro del bebé nonato. Algunos estudios sugieren que pequeños incrementos en la exposición pueden afectar al sistema circulatorio y al corazón (Nolasco, 2011).

Según Verbel (2011, p 6) “Durante la exposición al mercurio elemental, aproximadamente el 80% se absorbe a través de los pulmones y desde allí es distribuido a todos los órganos del cuerpo. Al respirarse, el mercurio elemental puede llegar directamente al cerebro a través de las células nerviosas del sistema olfatorio. Los órganos principales en donde el mercurio es acumulado son el cerebro y el riñón. El período de vida media del mercurio en el organismo, es decir, el tiempo

necesario para que la cantidad en el mismo disminuya a la mitad es de 30 a 60 días. Sin embargo, para la fracción que se encuentra en el cerebro, este lapso de tiempo puede ser tan grande como 20 años”

En consecuencia, son típicos los cambios de comportamiento, temblores en las manos, pérdida de funciones sensoriales, particularmente la audición y la visión, además de disminución o alteración en la coordinación de movimientos, problemas neuro-psiquiátricos, hiperactividad, e irritabilidad, entre muchos otros (Fernandes, Barros, Peçanha, Wiggers, Frizzera, Ronacher, Fiorim, Rossi, Fioresi, Rossoni, Stefanon, Alonso, Salaices , Valentim, 2012).

Muy a menudo se presenta una situación perjudicial, ya que muchos efectos resultados de la exposición a mercurio suelen confundirse con manifestaciones de otras enfermedades. Por ello, la evaluación de los mismos debe ser realizada por personal idóneo y equipo especializado, que puedan en conjunto determinar el daño existente. Los efectos del mercurio no se limitan a alteraciones sobre el sistema nervioso. Son igualmente destacables problemas asociados con el sistema cardiovascular como Taquicardias, arritmias y dolor en el pecho (Fernandes, A. et al., 2012).

Recientemente se ha prestado mucha atención al papel del mercurio como agente inmunotóxico, particularmente en mineros artesanales (Lubick, 2010). Se conoce que, en algunas poblaciones amazónicas expuestas a mercurio a través de la pequeña minería, existe un incremento en la prevalencia de anticuerpos antinucleares y antinucleolares, además de una interacción positiva entre el metal y la malaria, lo cual demuestra la importancia del mercurio como agente inmunotóxico y de propensión al desarrollo de malaria (Silbergeld, Silva, Nyland, 2005).

El papel autoinmune del mercurio lo ha convertido en un agente de estudio en enfermedades como el lupus eritematoso. De hecho, Según Prochazkova et al., 2004, (citado en verbel, 2011), se ha evidenciado que en personas a las cuales se les ha removido las amalgamas de mercurio han mejorado su estatus autoinmune, casos clínicos diagnosticados como lupus eritematoso sistémico o artritis reumatoide, en realidad han correspondido a intoxicación por mercurio (Salerno, 2012). Adicionalmente, Gallagher, Smith, Golightly, Meliker, 2013 (citado en verbel, p.7, 2011), mencionan que “estos efectos inmuno-moduladores del mercurio no son exclusivos para lupus. Estudios han señalado la asociación entre mercurio total en sangre y las concentraciones de anticuerpos del virus de la rubeola”.

La Sirenomelia es una malformación congénita bastante rara, que lleva a la muerte; se caracteriza por la fusión parcial o completa de los miembros inferiores, es producto de un trastorno severo en el desarrollo del blastema caudal axial posterior (en la cuarta semana del desarrollo embrionario), posiblemente debido a una alteración vascular de una de rama de la arteria aorta abdominal. Se presenta en forma aislada o asociada a trastornos renales, cardiovasculares, gastrointestinales, respiratorios neurológicos o genitales, formando parte de Síndrome de Regresión Caudal (Bracho, Tovar, Rodríguez, Moreno, 2005). En el año 2011, el grupo de Epidemiología y Salud Poblacional de la Escuela de Salud Pública y grupos de Investigación en Saneamiento Ambiental y de Contaminación por metales y pesticidas de la Universidad del Valle, iniciaron un estudio, el cual, se centró en siete puntos donde se tomaron muestras de agua potable, desde la planta de potabilización del agua Puerto Mallarino de Emcali, hasta el barrio Ciudad Córdoba. Esta planta suministra agua del río Cauca, a través de la red baja, al 70% de la población de Cali. Las muestras fueron analizadas con el fin de identificar las concentraciones de metales como cadmio, plomo y

mercurio. En la investigación también se analizaron algunos alimentos que consumen los habitantes de Aguablanca, entre ellos el pescado ‘manteco’ alimento que consume al desayuno, almuerzo y comida por gran parte de los habitantes, en este pez se halló presencia de cadmio y mercurio, en bajas concentraciones. Los contaminantes se aglutinan en los tejidos adiposos de ese pez (Pachajoa, Caicedo, Saldarriaga, Méndez, 2011). La investigación no concluyó que estos metales pesados eran los causantes de las malformaciones que presentaban los recién nacidos, sin embargo, se requieren estudios que indaguen más en este asunto pues estos metales son referentes a la hora de acercarse a determinar las causas de esta problemática.

3 CAPITULO III La minería como un problema socioambiental

Al referirnos al término problema, la literatura ofrece para éste distintos significados, pero nunca se llega a un consenso; esto ocurre porque es un término subjetivo, ya que sus percepciones pueden ser distintas por ejemplo se puede percibir como un problema, una encrucijada, pero también como una oportunidad, llegando a ser algo negativo, pero también algo solucionable.

Para Santos (2007), un problema está constituido por los siguientes aspectos:

1. La existencia de una cuestión de interés que alguna o varias personas quieran solucionar.
2. La no existencia de una solución inmediata.
3. La existencia de diversos métodos para llegar a la solución.
4. La atención necesaria de la o las personas para llevar a cabo acciones encaminadas a resolver esa tarea.

De igual modo, la concepción que se tiene de lo que son los problemas socioambientales también presenta distinciones y en ocasiones hay confusión en cuanto a lo que son problemas ambientales y problemas socioambientales. Como modo de aclaración diremos que los problemas ambientales hacen referencia al impacto y desgaste que sufren los recursos naturales., por otro lado, cuando nos referimos a un problema socioambiental se incorpora a una comunidad directamente afectada por los impactos al ambiente generados por el acceso y el control de los recursos ambientales especialmente de la tierra, pero también de aguas, minerales y otros (Orellana, 1998). Diremos entonces más concretamente que el Conflicto Socioambiental es: “un proceso de interacción colectiva caracterizado por una dinámica de oposición y controversia entre grupos de interés, que resulta de sus incompatibilidades reales o percibidas en torno al control, uso y acceso al ambiente y sus recursos” (Correa & Rodríguez, 2005).

3.1 Problemas socioambientales derivados de la Minería

A nivel económico la minería es un punto clave para Colombia. La minería no es un factor aislado de las demás ramas de la economía colombiana, cuando ocurren variaciones de aumento o disminución en producción se impacta los demás tipos de bienes que están relacionados directa o indirectamente.

El sector minero hace un aporte considerable en la economía colombiana. En lo relacionado con Producto Interno Bruto (PIB), el sector minero promedia un aporte de 2.2 % del PIB colombiano. Pasando de generar \$9.5 billones en 2010 a \$11.1 billones en 2016. En ese mismo periodo de tiempo, la participación del carbón en el PIB minero fue de aproximadamente 64,94% %, mientras que los metales metalíferos y minerales no metálicos participaron con el 17,88% y el 17,19 %, respectivamente.

Para el año 2016 el valor del PIB fue de 541,68 billones de pesos a precios constantes de 2005, se presentó un incremento del 9,69%, 5,07% y 1,96%, con relación a un valor de 493,83, 515,53 y 531,38 billones de pesos de los años 2013, 2014 y 2015.

La participación de cada uno de los sectores en el PIB total en el año 2016 fue la siguiente:

20,88% en establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios a las empresas; 15,43% en servicios sociales, comunales y personales; 12,20% en comercio, servicios de reparación, restaurantes y hoteles; 11,177% para industrias manufactureras; 7,38% en construcción; 7,10% en transporte, almacenamiento y comunicaciones; 6,45% en explotación de minas y canteras; 6,04% en agricultura, silvicultura, caza y pesca; 3,40% en electricidad, gas de ciudad y agua; y lo referente a impuestos, derechos y subvenciones, su participación fue del 9,56% .

Todos estos datos son clara evidencia de la importancia de la Minería para la economía del país, quizás en algunas regiones esta actividad representa mayores ingresos que en otras, sin embargo, es claro que Colombia es un país minero. No obstante, la tendencia económica en las comunidades formadas por familias que constituyen la mano de obra en los proyectos mineros tiene una cara distinta.

La minería en épocas de bonanza, se convierte en una de las actividades con más disposición por parte de las personas al trabajo de mano de obra, sin embargo, esta bonanza suele ser un periodo corto, el cual depende de diversos factores como el tamaño de la beta, la demanda y precio de los minerales. Cuando el precio y la demanda de minerales baja, esto se deriva en despido de muchos trabajadores que casi nunca toman provisiones para enfrentar su futuro fuera de la minería.

Las autoridades políticas y cívicas casi nunca logrado construir una visión de desarrollo sostenible, que permita que los ingresos de la minería, que no están en relación a la cantidad de riqueza que se extrae, sirvan para impulsar el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, el turismo y la ganadería, y además para invertir en programas de recuperación de aguas y suelos productivos afectados por la contaminación minera. (Tanaka, Huber, Revesz, Diez, Ricard, Echave, 2007).

Cuando una compañía minera llega a una localidad implica muchas consecuencias sociales, como el desplazamiento forzado. En muchos casos las comunidades son movidas de sus tierras para despejar el camino de las compañías mineras.

En otros casos, las comunidades son forzadas a desplazarse por los efectos de riesgo que la mina implica. Ejemplo de ello fue lo ocurrido en Ghana, cuando en 1990 comunidades como Atuabo,

Mandekrom y Sofo Mesakrom fueron desplazadas por la compañía Goldfields Ghana por el auge de la explotación de oro (Appiah, 2005).

Las comunidades locales suelen tener manifestaciones de malestar frente a los efectos generados por la construcción y explotación de la mina, lo cual implica la llegada de personas ajenas a la comunidad. En muchos aspectos, estos sectores tienen una mejor economía que no derrama en la comunidad, creando serias tensiones entre los locales y los recién llegados, no sólo en aspectos económicos sino en sus rutinas y prácticas cotidianas. Problemáticas como la prostitución, el alcoholismo, la violencia doméstica, las rupturas familiares y graves problemas de salud aumentan en localidades que conviven con la industria minera. Estos impactos son aún más notables cuando se trata de comunidades indígenas (Rogers, Milne, Coumans, Teagle, Kuyek, 2000).

En algunos casos, los impactos de la actividad minera en comunidades generan conflicto que conduce a represión o uso de seguridad privada.

Un caso de este tipo ocurrió en serranía de san Lucas en Colombia, a esta zona llegó la gran minería, se reforzó la presencia militar, y en vez de lograr una mayor tranquilidad, se creó una gran tensión, la muerte de dos líderes mineros así lo confirman.

En el año 2003 a esta región llegaron grandes y pequeñas empresas mineras, en lo que se puede denominar como una fiebre del oro contemporánea. La gigante multinacional Anglo Gold Ashanti, con el estudio más completo jamás realizado sobre posibles depósitos de oro y otros metales en todo el país, vio la promesa en esta región y para 2004 se había reservado un poco más de un millón de hectáreas en títulos mineros. Otras empresas se les unieron como la San Lucas Gold y

Uragoldcorp. También las nacionales, Promoción de Proyectos Mineros, Mineros de Antioquia y Mineros S.A.

El terreno no era fácil para desarrollar un proyecto minero, sin vías de acceso, sin mayor presencia estatal, deterioro ambiental, cultivos ilegales y cocinas de coca, y con un largo y cruento dominio de grupos armados, primero del ELN, luego de las Farc y desde comienzo de los noventa, de los paramilitares. En medio de esas aguas turbulentas, las familias dedicadas a la minería artesanal, sobrevivían, barequeando día a día, en tierras sin títulos.

Para lograr ayudar a las empresas mineras a trabajar en esta zona tan difícil, el gobierno reforzó la presencia militar en la Serranía y sus alrededores. Incluso algunas de las grandes mineras firmaron convenios con las fuerzas armadas, garantizando su protección, aunque el ejército lo negó al ser interrogadas por la revista semana.

Sin embargo, un caso lamentable ocurrió cuando a finales de 2006 y principios de 2007, dos líderes mineros perdieron la vida, en circunstancias sospechosas con balas del ejército. (Semana.com, 2009).

Estos mineros eran opositores de la llegada de las empresas mineras a la zona, pues de eso dependía su base económica, base que se fue forjando con trabajo duro, de los mineros y sus familias, además de esto, la comunidad enfrentaba la sentencia realizada por el ministerio de minas la cual los obligaba a legalizar sus títulos en plazos muy cortos de tiempo. Todas estas situaciones crearon muchos disgustos y problemas sociales, donde en muchas ocasiones se violaban los derechos más básicos de las personas, familias mineras completas se vieron afectados en todos los aspectos de su entorno de vida.

Ahora es momento de referimos a un problema que se debe tener muy en cuenta en el contexto colombiano, me refiero a los pasivos ambiental.

La minería es una actividad que se desarrolla en un periodo de tiempo finito. Al extraer recursos no renovables de la superficie terrestre se producen cambios irreversibles en el ambiente, los cuales impactan directamente a las sociedades.

Los planes de cierre de las minas en Colombia se establecen en las leyes 685 de 2001, en estas se dan pautas para que el titular ya sea el estado o la persona natural dueña del título de la mina, realice una rehabilitación de las áreas de terreno que utilizo. No obstante, en Colombia se suelen ver un gran número de zonas donde se han cerrado o abandonado actividades mineras sin un control efectivo por causa de la minería ilegal e informal pero mayormente por la falta de seguimiento y control de las autoridades competentes. Las áreas mineras abandonadas permanecen como focos de contaminación provocando daños ambientales como la disminución de la capacidad productiva de los suelos y también generando problemas de salud a poblaciones de las áreas impactadas (Zerraga D. & Frías O., 2003).

Cuando un área minera es abandonada y causan daños ambientales que repercuten en aspectos sociales se debe realizar una remediación en el área que compense lo afectado. En países como Chile, Perú y Bolivia esta obligación se conoce como Pasivos Ambientales Mineros (PAM) mientras que, en países como Canadá, Estados Unidos se denomina sitio huérfano (orphaned sites) o como deudas ambientales (environmental liabilities), (Aramburo, M., Olaya, Y., 2012).

Podemos definir entonces el pasivo ambiental como un costo ambiental causado por la manifestación simple y/o acumulativa de uno o más impactos ambientales derivado de una actividad específica (Moreno, J., Ussa, J., 2007), cuando dicha actividad está ligada a un proyecto

o una extracción la cual desencadena externalidades en terceros diferentes a los receptionadores del beneficio de la actividad en mención y se presenta abandono de la mina sin un cierre reglamentado se denomina como “Pasivo ambiental minero” (PAM).

El concepto de PAM es muy poco conocido y desarrollado en América latina y el caribe, en estas circunstancias las sociedades no están preparadas para una decisión balanceada entre lo que quiere ganar y lo que está dispuesto a perder. En Colombia este tema es muy poco tratado y mucho menos se realizan gestiones reales en las diferentes zonas mineras.

En Colombia este problema se agrava por la minería informal y por la vulnerabilidad de las compañías ante las variaciones del precio de los minerales, lo que se convierte en una de las principales causas de abandono de las minas, la caída produce el abandono de zonas mineras por largos periodos de tiempo sin aplicar ningún tipo de control ambiental, luego son reabiertas sin estudios de las condiciones ambientales producidas por los cierres anteriores (González, 2008).

En el informe realizado por Rodríguez. M. (2012) sobre la gestión minero-ambiental en Colombia se subrayan tres conclusiones principales: (1) el país no cuenta con los estudio e información que le permita saber a ciencia cierta los beneficios netos de la minería puesto que como lo señala el informe: “es claro que los costos ambientales y sociales de las actividades mineras no se han evaluado rigurosamente. Es necesario y urgente incluir estos costos en las cuentas y el balance costo-beneficio para saber con precisión cuan útiles son social y ambientalmente las actividades mineras”; (2) la precaria consideración que tiene el tema de la salud en la gestión minero-ambiental del gobierno, no obstante las graves consecuencias que en esta materia estaría teniendo la actividad; (3) la práctica inexistencia de un proceso dirigido a determinar los pasivos ambientales

mineros (PAM) dejados por las minas cerradas, abandonadas o inactivas, ya sean de carácter legal o ilegal, como etapa necesaria para remediar o mitigar esos pasivos allí donde los haya, y así evitar sus daños actuales o potenciales sobre los ecosistemas y el bienestar humano.

Realizando una revisión de los documentos publicados y consultando directamente es preocupante que las entidades relacionadas con la minería en Colombia y más específicamente Ingeominas como máxima autoridad no cuente con un inventario o datos preliminares acerca de los pasivos ambientales mineros en el país. En los años de 1999 y 2000 el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), organizó un taller nacional y tres con el objetivo de avanzar en la conceptualización y establecimiento de procedimientos para la gestión integral de los “pasivos ambientales”, luego de esto pasaron quince años para que en el año 2015 el ahora conocido Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) estableciera y buscara una gestión de los pasivos ambientales en Colombia pero esta está proyectada a ser implementada en el año 2018, pues en Colombia no existe una definición ni un alcance jurídico de “pasivos ambientales”.

Los proyectos mineros abandonados poseen un amplio rango de impactos ambientales y socioeconómicos (Worral, A., Neil, D., Brereton D., Mulligan, D., 2009). Entre los impactos ambientales más frecuentes causados por minas abandonadas están: paisajes físicamente alterados, pilas de desechos, subsidencia, combustión espontánea de desechos de carbón, contaminación del agua, edificios y plantas abandonados, pérdida de vegetación, pozos abiertos (open shafts), huecos. Además, las aguas superficiales, subterráneas y el suelo se ven afectados, por ejemplo, con: filtraciones de ácido, lavado de metales, aumento en sedimentos y contaminación por hidrocarburos. Los materiales que deja la minería hace que las plantas no puedan crecer en estos

lugares los cuales en casi las ocasiones se convierten en zonas inhóspitas para la vida silvestre (Worrall et al., 2009).

Los impactos socioeconómicos tienen una relación directa con los impactos ambientales y suelen ser inseparables de estos (Worrall et al., 2009). Un ejemplo es la pérdida de suelo con potencial productivo ya sea por desechos de la mina, erosión, malos drenajes o contaminación directa del suelo principalmente por químicos (Aramburo, M., Olaya, Y., 2012). Los impactos socioeconómicos ocurren porque se interviene un bien necesario para la supervivencia humana, como el agua, el suelo, el aire además estos problemas generan pérdidas de empleo para muchas personas.

3.2 Los problemas socio-ambientales desde la justicia ambiental y ecología política

En los sitios abandonados por la industria minera existe el legado de daños ambientales y sociales las diferentes comunidades han optado por un activismo donde la justicia ambiental ocupa un lugar importante. Estos grupos buscan que el problema se reconozca, luchan por la compensación y la remediación ocasionada por los impactos mineros a su territorio.

Parece que un examen exhaustivo sobre la perspectiva de justicia ambiental, la cual hace énfasis en la distribución desigual e injusta de la introducción de desechos y su disposición final y la cuantificación de la inequidad ambiental, no es suficiente para comprender las raíces y las características de la desigualdad social y ambiental que deja la actividad minera. El desarrollo minero no puede ser estudiado desde un hecho en concreto. Las críticas de las comunidades con presencia de proyectos mineros no solo abarcan las problemáticas ambientales, estas problemáticas

también incluyen los impactos sociales y las conexiones de esta industria con una larga historia de desposesión, colonialismo y afectación social (Keelig & Sandlos, 2009).

Por su parte Blaikie (2008), (citado en Alfie, 2015) manifiesta la necesidad de llevar a cabo un análisis de las inequidades raciales, sociales y ambientales asociadas con la historia de la industria minera, para esto es necesario establecer un dialogo entre la justicia ambiental y la ecología política, relacionando la importancia de las políticas económicas y la historia de impacto social de la industria minera con la necesidad de conocer como las injusticias ambientales son concebidas por las comunidades afectadas.

En nuestra época actual se presenta un gran auge en temas ambientalistas, que nacen de los conflictos por los derechos ambientales, por la contaminación del ambiente y la incertidumbre de los efectos, por la pérdida de acceso y servicios ambientales.

Muchos de los conflictos de distribución ambiental, sean grandes o pequeñas, siempre tienden a recuperar la escena política por el uso ambiental generado por el crecimiento económico. En estos conflictos las personas pobres siempre apoyan la conservación de los recursos y la lucha por la integridad del medio ambiente, aun cuando no se reconozcan como ambientalistas, solo son reflejos de pertinencia del espacio que los rodea (Alfie, 2015).

Robert D. Bullard (2001), (citado en Alfie, 2015) relaciona la inequitativa protección ambiental con la equidad procedimental, geográfica y social.

La equidad procedimental se refiere a la equidad con la que las empresas (mineras) manejan los criterios y procedimientos para tomar decisiones que tendrían efectos en el personal (mineros,

comunidad). Los juicios sobre las prácticas de justicia procedimental empresarial, se asocian a las personas con grados de autoridad para determinar métodos, procedimientos, estrategias, programas o los criterios para formularlos. También se asocian a los formuladores de principios y políticas (Ochoa, Palacio, 2016). La justicia se reflejaría en la participación del personal en los procesos que los afectan.

Los juicios de equidad o inequidad causan que las interacciones humanas se afecten, para bien o para mal. En estos casos, los juicios de inequidad suelen promover conflictos cuando se presentan reiteradamente y las gestiones para resolverla no son eficaces (Ochoa et al., 2016).

Se busca el reconocimiento de la igualdad en las comunidades directamente afectadas por la actividad minera desde diferentes aspectos por ejemplo desde la igualdad geográfica y la social.

La igualdad geográfica se entiende como la localización y configuración espacial de las comunidades y a su cercanía a los peligros ambientales y al uso de suelos rechazados por la localidad como los vertederos, incineradores, plantas de tratamiento de basura, refinerías, fundiciones de plomo y mineras (Alfie, 2015). Si bien en muchas ocasiones las personas tienden a poblar estas zonas en busca de oportunidades laborales o recursos del algún tipo, la desigualdad permanece pues las personas no deberían exponer su integridad dirigiéndose a estos lugares, lo que refleja una falta de políticas y estrategias no discriminatorias en pro del desarrollo laboral.

Por último, la igualdad social se relaciona con factores como la etnicidad, la clase, la cultura, el estilo de vida y el poder político en la toma de decisiones ambientales (Alfie, 2015).

Generalmente las minorías y las comunidades más pobres son las que se exponen a trabajos peligrosos, viven en zonas de alta delincuencia y afectas por la contaminación. Familias enteras se

exponen a todo tipo de tóxicos presentes en su ambiente y a pesar de estas situaciones en muchos casos son los primeros en ser excluidos de la toma de decisiones en temas que los afectan directamente.

Martínez (2003) concibe un movimiento ambiental que denomina “ecologismo de los pobres” los cuales se reconocen fácilmente en movimientos ecologistas como el conocido Chipko en la india y el de los recolectores de Acre en Brasil, también son identificables en la historia europea y de otros continentes, en estos movimientos se lucha por la propiedad de los recursos comunales que son apropiados por el Estado o el Mercado.

Los movimientos sociales que luchan por la supervivencia son movimientos ecologistas ya que estos presentan sus objetivos en términos de necesidades ya sea de energía (combustibles y calórica), agua, espacio para vivienda, salud, etc. El querer sacar de la esfera económica los recursos naturales también los hace ser ecologistas, buscan que estos recursos no se traten con racionalidad mercantil, que salgan del sistema económico generalizado y que sean devueltos a una economía justa o ecológica (Martínez, 2003).

Ante las desigualdades de protección ambiental, Bullar (2001), (citado por Alfie, 2015) subraya que los gobiernos deben adoptar cinco principios de justicia ambiental: garantizar el derecho a protección ambiental; prevenir el daño antes de que éste ocurra; disminuir el rango de carga ambiental a los contaminadores; establecer pruebas de no discriminación y redireccionalizar las inequidades existentes.

Por lo tanto, hablar de justicia ambiental refiere a la sociología ambiental y a la ecología política (Martínez, 2003). Esta última construye su campo de estudio y de acción en el encuentro y el choque de diversas disciplinas, pensamientos, éticas, comportamientos y movimientos sociales. Allí colindan, convergen y se confunden las ramificaciones ambientales y ecológicas de nuevas disciplinas: la economía ecológica, el derecho ambiental, la sociología política, la antropología de las relaciones cultura-naturaleza, la ética política. Todo esto busca una distribución equitativa del acceso y los beneficios económicos derivados de la puesta en valor de la naturaleza, donde el hombre no es el actor principal este hace parte de un todo que es la naturaleza. El campo de la ecología política aún no posee un nombre distintivo y propio; por esto toma nombres de otros conceptos y terminologías de otras disciplinas para nombrar los conflictos que resultan de la mala distribución y apropiación de los recursos ecológicos, los bienes naturales y los servicios ambientales (Leff, 2003).

La minería refleja de gran manera los problemas socioambientales; los avances tecnológicos encaminados a los procesos extractivos y la alta inversión de países extranjeros han permitido que esta actividad se extienda por todo el territorio, cada vez más familias se dedican a esta labor, es indispensable que este acompañada de movimientos como la justicia ambiental la cual por medio de sus campos de estudio y acción busca una distribución igualitaria tanto de los compromisos como de los beneficios relacionados con los bienes naturales; esto desde una perspectiva de justicia, involucrando a todas las personas por igual, donde los mineros tengan participación frente a los temas que los afecten de algún modo, impidiendo la vulneración de los derechos en estos tipos de conflicto.

Blaikie 2008, (citado en Alfie, 2005) considera que la ecología política podrá ayudar a entender los problemas causados por la violación de los recursos naturales, además de observar los conflictos políticos en el ámbito ambiental. Todo esto para buscar posibles soluciones o formas de manejar los problemas presentes. Cuando los enfoques de justicia ambiental y ecología política se unen, resulta enriquecedor, permitiendo la comprensión de las causas del conflicto, las acciones sociales, el manejo de los recursos naturales y sobre todo las relaciones de poder.

4 CAPITULO IV IMPLICACIONES EDUCATIVAS

El hombre en el transcurso de su historia ha disfrutado de las riquezas de la naturaleza, pero a medida que la sociedad se fue desarrollando y creciendo en cuanto a su capacidad de modificar su ambiente, así mismo comenzaron a generarse diversos problemas ambientales los cuales conllevan a problemas de tipo social.

Por tal motivo, nuestra sociedad está llamada a formar ciudadanos con capacidad de hacer frente a estas problemáticas, basados en conocimientos, convicciones y principios éticos y morales, con la firme intención de garantizar el equilibrio entre las relaciones de la sociedad con su ambiente natural.

En miras de lograr este objetivo la educación ambiental como proceso y la escuela como institución, juegan un papel esencial, puesto que tienen la posibilidad de involucrar a todos los miembros de la sociedad contribuyendo a la formación en conocimientos, competencias y convicciones necesarias para una adecuada relación con su medio natural y una actuación social consecuente con sus necesidades y exigencias. Por su parte Torres (1998), considera importante que el concepto de ambiente, que se proyecta en la educación ambiental, no debe reducirse estrictamente a la conservación de la naturaleza, a la problemática de la contaminación por desechos, que en su momento se estableció desde la postura ecologista del ambiente, este concepto debe tener mayor profundidad, ya que se deriva de la complejidad de los problemas y potencialidades ambientales y de sus impactos, no solo en los sistemas naturales sino también en los sociales y económicos.

De este modo, el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje desde problemas complejos, no deben abordarse exclusivamente, desde su dimensión natural físico-química y biológica. Es indispensable considerar simultáneamente su dimensión humana, es decir, tener en cuenta las implicaciones demográficas, psicosociales, técnicas, económicas, sociales, políticas y culturales (Álvarez, 2005). “Se requiere de un diálogo permanente entre todas las especialidades, todas las perspectivas y todos los puntos de vista. Es en este diálogo en el que se dinamizan diversas aproximaciones que llevan a comprender la problemática ambiental como global y sistémica” (SINA, 2002, Pág. 19).

Las instituciones educativas en sus procesos de formación están llamadas a concebir el estudio del ambiente como un proceso de investigación, donde se busca comprender las relaciones de los procesos naturales clarificados por las ciencias, con los factores antropogénicos propios de nuestra sociedad como lo son los modelos de producción y consumo, sus necesidades y actuaciones morales etc. Frente a esto es pertinente una aproximación sistémica global e integral del ambiente, en el que todos los componentes se interconectan y propician una dinámica particular que no se puede analizar desde una perspectiva lineal, en la que causa corresponda a efecto. Por consiguiente, ninguno de los componentes del sistema actúa aisladamente. Son las interacciones entre sus diversos componentes las que permiten aclarar y comprender el funcionamiento de los sistemas, acción necesaria para un correcto análisis de cualquier situación o problemática (Torres, M., 2003). “La profundidad es la única garantía para la comprensión y la toma de decisiones” (Angrino & Bastidas, 2014.p. 33).

El enfoque sistémico en la educación ambiental permite profundizar en el conocimiento del componente natural en cuanto a su funcionamiento, sus desequilibrios, las causas tanto internas

como externas de sus conflictos y su proyección futura, todo esto visto en el contexto social, económico y cultural (Torres, M., 2003).

La educación desde este enfoque requiere de un proyecto planteado desde una visión global que considere diferentes aspectos como la ciencia, la ética, la estética, la interdisciplinariedad, donde cada uno se complementa, aporta elementos fundamentales para el análisis de un problema (Álvarez, 2005).

En nuestro caso particular la minería es un problema que requiere un enfoque sistémico, que llevado a las aulas de clase se convierte en una oportunidad de potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que el estudiante por medio de esta problemática la cual en la mayoría de los casos no es ajena a su entorno de vida, pueda desarrollar conocimientos, posturas, competencias que posibilitan que sea un potencial agente de cambio frente a esta problemática. Desde la educación ambiental se propone trabajar este tipo de problemas desde diferentes perspectivas propuestas en su mayoría en la política nacional de educación ambiental SINA, y complementadas por el autor. A continuación, se desarrolla cada una de estas:

4.1 Perspectiva interdisciplinaria

Las situaciones ambientales son resultado de las interacciones entre los diversos componentes de un sistema. De acuerdo con este planteamiento dichos componentes son de orden natural, es decir de orden físico, químico y biológico, y de naturaleza social de orden tecnológico, económico, cultural y político. Por lo que no es posible encontrar toda la información ni la conceptualización o metodologías necesarias para la comprensión de un problema ambiental en una sola área o

disciplina del conocimiento. (Torres, M., 2003). Las distintas disciplinas aportan argumentos para la explicación de un fenómeno. sin embargo, hay que tener en cuenta que la explicación global de un fenómeno no es una simple sumatoria de argumentos. Es la integración de dichos argumentos en el espacio común propiciado por el fenómeno.

Por lo anterior, para abordar un problema de orden complejo desde la educación ambiental, se hace necesario integrar diversas disciplinas, donde el docente y estudiantes realizan un análisis de las variables, desde diversos puntos de vista, y diversas perspectivas, adquiriendo un modelo interdisciplinario en la búsqueda de soluciones.

Se considera que emprender el conocimiento de algo complejo y la tarea de dar respuesta a problemas complejos, es el objetivo del trabajo interdisciplinar.

La formación de estudiantes de manera interdisciplinaria se presenta como una alternativa, al tener una posición más autónoma y crítica, preocupada por los problemas de la realidad de la sociedad, lo que permite en ellos una visión más amplia y pertinente de las relaciones científicas y sociales.

4.2 Perspectiva ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA)

En la sociedad la ciencia y la tecnología están presentes en gran medida en todo aquello que se hace y se posee, sus implicaciones frente a la sociedad, el ambiente y la cultura, hace necesario una transformación de la enseñanza en cuanto a su forma de proceder, sus contenidos, y propósitos, esto con el objetivo de lograr una educación científica y cívica adecuada para los

estudiantes y comunidad en general, que parta de sus contextos, de sus necesidades e intereses, desarrollando un pensamiento crítico, tomando decisiones argumentadas, de la mano con principios éticos, morales y políticos, frente a las situaciones problema que presenta el uso de la ciencia y la tecnología.

Abordar un problema de tipo complejo o la dinámica de un sistema ambiental implica investigación constante del ambiente, desde esta perspectiva la educación ambiental se identifica como un campo para la construcción de conocimiento de carácter científico, tecnológico y social, el cual busca comprender los componentes de dicho sistema, su funcionalidad, Para desarrollar alternativas y soluciones.

4.2.1 Aportes de la dimensión CTSA para la formación del estudiantado

La dimensión Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) procura orientar los currículos para la acción, para cuestión de valores y para la responsabilidad social, hace énfasis en la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente preparados para la participación en las controversias sociales que involucra la ciencia en el mundo, establece un currículo que no puede ser ni éticamente, ni culturalmente neutral (Martínez, L., Villamil, Y., & Peña, D., 2006).

El enfoque CTSA es un campo de estudio e investigación que posibilita que el estudiante se acerque a una comprensión de las relaciones entre la ciencia con la tecnología y su contexto socioambiental, también, es concebida como una propuesta educativa con la finalidad de formar en conocimientos y especialmente en valores que favorezcan la participación ciudadana en la

evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales que surgen de las relaciones antes mencionadas.

Reflexionar sobre las relaciones CTSA induce a que se desarrolle una imagen escolar de la ciencia cada vez menos neutral, objetiva y transmisionista, puesto que esta imagen ignora aspectos funcionales y pragmáticos del saber científico y esta desligada de cuestiones sociales, filosóficas, políticas, económica y éticas. El reto a que se enfrentan los educadores con este enfoque es desarrollar e integrar a las aulas de clase estrategias para un entendimiento global de la realidad que permita a sus estudiantes acceder al mundo y participar en él.

A continuación, se sugieren los perfiles de cada actor del proceso educativo desde el enfoque CTSA

El estudiante:

- Es un sujeto responsable, autónomo, con pensamiento crítico en formación que se forma para asumir el rol de ciudadano en una sociedad donde impera el desarrollo desde lo científico y lo tecnológico, para lo cual analiza la producción científica, tecnología y sus alcances.
- Sitúa el conocimiento más allá de la lógica interna de los cuerpos teóricos y metodológicos de la ciencia y la tecnología, haciéndose participe de los problemas ideológicos, y socioambientales causados por el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

- Articula la construcción de actitudes, intereses y valores hacia la ciencia con su formación científica, tecnológica y ciudadana

El docente:

- Es un investigador en el aula de las relaciones CTSA, el cual comprende los aportes de la epistemología, sociología de la ciencia y los estudios de los impactos sociales y ambientales que ha traído el progreso científico y tecnológico.

En coherencia con lo anterior, el docente debe de procurar que en el aula de clase se viva un ambiente adecuado para la participación y la autonomía de sus estudiantes.

- El docente ayuda acercar la ciencia y la tecnología al estudiante desde sus generalidades, pero principalmente desde las particularidades de sus contextos.
- Educar para la vida y para desenvolverse correctamente en el complejo escenario del mundo actual.

En el marco de la educación colombiana, la estructuración de la enseñanza se da conforme a las disciplinas académicas, lo que conlleva a una fragmentación del conocimiento dentro de los límites de las asignaturas, lo que deja en las manos de los estudiantes integrar el conocimiento de las diferentes materias aisladas una de la otra. En consecuencia, urge la necesidad de formar ciudadanos informados que puedan contribuir de forma inteligente y responsable al proceso de toma de decisiones frente a los problemas relacionados con las repercusiones del uso de la ciencia y la tecnología, esto se puede lograr a medida que los estudiantes sean conscientes de las

consecuencias que a corto, mediano y largo plazo que tienen algunos procesos que son potenciados con la ciencia y las tecnologías (Rosales, Vergara, Carrascal & Rojas).

4.2.2 Competencias a desarrollar desde el enfoque CTSA

Los principios orientadores del enfoque CTSA, suponen desarrollar en los estudiantes una serie de habilidades y competencias que impone su condición de ser ciudadanos, los cuales tomaran conciencia, analizaran y actuaran de acuerdo a sus edades y conocimientos. El ejercicio de la ciudadanía requiere estar implicados en asuntos colectivos, constatar y comprender que los problemas globales nos pertenecen y nos afectan en nuestras particularidades. En este sentido ser ciudadanos implica tomar decisiones y actuar de forma efectiva. Esto hace imperioso retomar el concepto de competencia democrática para identificar aquellas competencias que se pueden enseñar y aprender, para que sea posible que los estudiantes se apropien de los saberes, valores, actitudes que permiten construir debate, elegir y actuar correctamente.

Por su parte, Audiger (1999), establece una competencia como la capacidad de dar respuesta a situaciones complejas. Propone trabajar desde las ciencias algunas competencias como las siguientes:

- Competencias informativas, argumentativas y comunicativas importantes para el dialogo, la construcción de opiniones, la toma de decisiones y para una acción eficaz.
- Competencia de resolución de problemas, situaciones para las que no se conoce un procedimiento estandarizado de resolución.

- Competencia crítica, básica para la ciudadanía activa y que supone una conciencia crítica, entendida, como la posibilidad que tiene el sujeto de preguntarse, cuestionarse por las concepciones valorativas que recibe, la posibilidad de someterlas a análisis y discernimiento en vista a su aceptación o su rechazo total o parcial. Este análisis hace esfuerzo por establecer el porqué, el cómo y el para que de las explicaciones y valoraciones dominantes en el mundo cultural del sujeto en cuestión.

Estas competencias deben de ir de la mano de las competencias científicas, las cuales contribuyen a la construcción de un argumento para el debate. Para Quintanilla, M. (2006), una competencia científica basada en la resolución de problemas, se enfoca en que el estudiante y/o ciudadano puedan desarrollar las acciones de captar, pensar, explorar, atender, percibir, formular, manipular e introducir cambios que permiten realizar una interacción competente en un medio dado o específico. Que sea capaz, que tenga el conocimiento, habilidades y recursos para afrontar una situación.

Este conjunto de competencias hace que el estudiante se pregunte, quiera ir al fondo de las cosas, a buscar explicaciones, a desarrollar una actitud problematizadora o de debate, pero argumentando su postura. El estudiante será formado para comprender la sociedad y para transformarla proponiendo alternativas y actuando en pro del mejoramiento de los procesos que ocurren en la sociedad. A lo que, en el ejercicio de comprender y transformar la sociedad la alfabetización científica como herramienta juega su papel a través del lenguaje científico, con sus códigos y significados de aquí la importancia no solo de conocerlos sino de interpretarlos y utilizarlos desde la doble perspectiva de autonomía y socialización (Rosales, et al. 2011).

4.3 Perspectiva estética

El ambiente es lo que rodea al hombre en un sentido biofísico, pero además es el contexto en el cual desarrolla una vida material y construye relaciones con sus semejantes. Con el objetivo que el hombre tenga una vida individual y social con una tendencia armónica, la educación ambiental procura por la comprensión de la relación del hombre en sociedad con la naturaleza, fomentando el desarrollo de una sensibilidad basada en admiración y respeto por la diversidad natural y sociocultural (Torres, M., 2003).

Romero y Briseño (2009) proponen dos vías para rescatar el aspecto estético de la naturaleza. Una principal es que los estudiantes observen los diferentes espacios naturales, promoviendo la contemplación de la armonía y la majestuosidad que la naturaleza ofrece, acercando a los espacios donde el hombre se vincula y es parte de la esencia de la naturaleza. La otra visión trata de una revisión de obras literarias, pinturas, construcciones, música, y cualquier otro aspecto artístico donde la naturaleza este incorporada en lo que el hombre produce, se busca resaltar el aspecto natural representado en las obras humanas.

De este modo, el aspecto estético de la naturaleza influencia las diferentes creaciones artísticas las cuales están condicionadas por el sentir del hombre. Esta perspectiva busca también, tener una coherencia con el sentir y el hacer puesto que el sentimiento, el respeto por el medio natural debe estar reflejado en las actividades del hombre.

4.4 Perspectiva ética

Quizás el cambio más profundo al que podamos aspirar es de orden ético. Desde esta perspectiva la educación ambiental para Sureda y Colom citados por Caride y Meira (2001) el proceso educativo debe procurar no solo el bienestar y el desarrollo humano, si no también incluir la preocupación por el medio natural. Sus discursos deben proyectar un cambio en las sensibilidades y valores orientadores de la actividad humana en relación con el ambiente natural, formando posturas críticas, desde el análisis de los problemas complejos y sus consecuencias en el planeta. Generando actitudes y comportamientos coherentes con la ética que demanda la relación hombre-naturaleza. En su teoría y prácticas será una Educación Ambiental estratégica, coherente con la complejidad de los problemas y soluciones que supone transitar hacia un futuro sustentable, ecológica y humanamente (Caride, 2001).

Así pues, se debe procurar una educación ambiental como una “dimensión de la educación integral y global de las personas y colectividades sociales, que, en sus diversas manifestaciones y prácticas, promueve el conocimiento, interpretación y concienciación respecto de las diferentes problemáticas ambientales (Caride y Meira, 2001).

la educación ambiental no debe reducirse a educar para la “conservación de la naturaleza”, o para “cambiar conductas”. Su tarea es más profunda y comprometida. Educar para cambiar la sociedad procurando que la toma de conciencia hacia un desarrollo humano este encaminada desde el respeto y la responsabilidad, lo que estable una educación promotora de valores que

inciten la transformación social, el pensamiento crítico y la acción emancipadora (Caride y Meira, 1998).

4.5 Perspectiva sociocultural

El ambiente desde una concepción sistémica, se puede entender como el conjunto de relaciones donde la cultura es mediadora a diferentes niveles, entre el sistema natural y el sistema social. El análisis de una problemática debe hacerse local, regional y nacionalmente, de acuerdo su nivel de complejidad, teniendo en cuenta la diversidad cultural propia de las diversas comunidades, para que las alternativas sean validas y viables (Torres, 1998).

La educación con enfoque sociocultural procura integrar los distintos entornos educativos en los que se socializan las personas y se estructuran las comunidades (la escuela, la familia, el entorno sociocultural local y mediático). Para este proceso es importante un desarrollo armónico de la comunidad y de sus integrantes, armonía que se pretende generando contextos educativos que integren el aprendizaje, la creatividad, la comunicación, la cooperación y el desarrollo de redes solidarias (González, M., 2010).

Del mismo modo, busca devolver a los individuos y a las colectividades ciudadanas la capacidad de generar procesos de cambio “a partir de convertirlos en los principales agentes del proceso educativo, del análisis de la realidad social, de la capacidad de interactuar entre ellos y con su entorno vital, de la capacidad de cooperar en el desarrollo y estructuración de los proyectos colectivos de crecimiento y desarrollo de los vínculos y afinidades comunitarias” (González, M., 2010, p. 4).

Vemos que el ambiente desde su carácter sistémico, mantiene una relación constante entre su dimensión social y cultural, evidenciada en las relaciones de las personas con el medio, pues desde las particularidades de las comunidades se derivan los diferentes modelos de producción, el consumismo actual, generadores de múltiples cambios tanto en el medio como en los mismos ciudadanos.

Desde esta perspectiva se propone que los contenidos de enseñanza se diseñen a partir de situaciones particulares del contexto sociocultural de los estudiantes, de tal forma que no se genere una visión descontextualizada de la realidad. Es importante que los estudiantes logren reconocer situaciones ambientales de su comunidad y que estas sean abordadas a partir de criterios establecidos por el docente teniendo en cuenta las concepciones y necesidades de los estudiantes. Pues si bien los estudiantes no están obligados a dar soluciones a las problemáticas si pueden impactar con acciones y comportamientos (Angrino & Bastidas, 2014).

CONCLUSIONES

- El sector de minas para la economía del país sigue siendo un pilar importante, sin embargo, se evidencia una caída del porcentaje de participación de este sector frente al PIB nacional marcada desde el año 2012 al 2016. El carbón se reafirma como el mineral que más aporta en cuanto a potencial económico, seguido del níquel y el oro representantes del sector metalífero. La producción minera en Colombia tiende a caer con el paso del tiempo, lo que es normal en una actividad que explota un recurso no renovable.
- La actividad minera en Colombia se concentra en regiones con alto potencial geológico para la extracción de minerales, la alta diversidad de las practicas extractivas enmarcadas en la legalidad e ilegalidad y la poca planificación de estas, ha causado un gran impacto en el ambiente, al ser una actividad altamente contaminante, afectando el equilibrio de los ecosistemas.
- La minería se ha presentado como una actividad que permite la prosperidad, desde una base económica importante, lo paradójico es que, en vez de aportar al desarrollo de las regiones, la minería se convierte en un generador de miseria, enfermedades, pobreza, violencia, daño ambiental aspectos que se oponen al anhelo de alcanzar un mejor futuro para la nación.
- Los estudiantes están estrechamente relacionados con la complejidad de los problemas existentes en sus entornos, lo que exige una educación ambiental con enfoque sistémico,

que permita integrar diferentes aspectos como el interdisciplinar, CTSA, el estético, el ético, el sociocultural, de tal forma que el estudiante logre una visión más amplia del problema y pueda desarrollar distintos tipos de competencias y habilidades con las cuales puedan impactar con acciones, comportamientos y alternativas de solución.

- En Colombia existen muy pocas propuestas educativas, que partan del fenómeno de la minería, a pesar que es una actividad presente en el contexto de los estudiantes, no se trabaja desde las aulas de clase, por lo que se establece como necesidad seguir investigando como desde la educación ambiental se puede contribuir a la formación de estudiantes que hagan frente a este tipo de problemáticas que impactan tanto nuestro medio natural como el social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adriano, D.C. (2006). Em Anais do International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Budapest, Hungria.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). (2004). Reseña Toxicológica del Cobre. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2007). Toxicological Profile for Lead (Update). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2012). Toxicological Profile for Manganese. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Alfie Cohen, M. (2015). Conflictos socio-ambientales: la minería en Wirikuta y Cananea. *El Cotidiano*, (191). Recuperado de <http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/19111.pdf>

Alloway, B.J. (1995). Heavy Metals in Soils. 2th ed., Blackie Academic & Professional: London.

Álvarez, O. C. (2005). Educación ambiental a partir de tres enfoques: comunitario, sistémico e interdisciplinario. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34.

Angrino Triviño, C. F., & Bastidas Murillo, J. (2014). *El concepto de ambiente y su influencia en la educación ambiental: estudio de caso en dos instituciones educativas del municipio de Jamundí* (Doctoral dissertation).

ANM, (2015). Producción Nacional de Minerales 2014. En <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/niquel.pdf>

antibody concentrations in US children aged 6–11 years, NHANES 2003–2004. *Sci. Total Environ.* 442:48-55.

Appiah, W. (2005). “A Brief Case Study of Wassa Traditional Areas. For Third World Network-Africa”. Recuperado de <www.moles.org>.

Aramburo, M. A., & Olaya, Y. (2012). Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia. *Gestión y ambiente*, 15(3), 125.

Área de Paz. Desarrollo y Reconciliación. (2010). *Cesar. Análisis de la conflictividad. Colombia: PNUD*. Ariel Educación. Artículo En: *Revista Iberoamericana de educación*. No 16.

Audiger, F. (1999). *La Educación a la citogenética. Paris, INRP*.

- Bilandžić, N., Đokić, M., Sedak, M., Solomun, B., Varenina, I., Knežević, Z., & Benić, M. (2011). Trace element levels in raw milk from northern and southern regions of Croatia. *Food Chemistry*, 127(1), 63-66.
- Bracho, V., Tovar, J., Rodríguez, M., & Moreno, B. (2005). Sirenomelia. Estudio de cinco casos y revisión de la literatura. *Vitae Academia Biomédica Digital*.
- C. G. de Minería. (2012). Dirección General de Desarrollo Minero. “ *Perfil del Mercado del Mármol. Publicado por la Secretaría de Economía*.
- Cárdenas, M., & Reina, M. (2008). La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal.
- Caride Gómez, J. A. (2001). La educación ambiental en el desarrollo humano: horizontes para la sustentabilidad ecológica y la responsabilidad social. *Centro Nacional de Educación Ambiental*.
- Caride, J. A., & Meira, P. Á. (2001). *Educación ambiental y desarrollo humano*. Barcelona: Ariel.
- Carrere, R. (2004). Minería, Impactos sociales y ambientales. *Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*.
- Colombia, P. B. I. (2011). *Minería en Colombia: ¿a qué precio?* B-PBI Colombia.

Correa, H., & Rodríguez, I. (2005). Encrucijadas ambientales en América Latina. *Capítulo II. Ordenamiento territorial urbano-rural. San José, Costa Rica: IDRC, University for Peace.*

De Guevara, J. C. D. L. (2006). Cerro Matoso SA: sostenibilidad de una empresa minera en un entorno turbulento, 1970-2003 (Vol. 90). Universidad de los Andes, Facultad de Administración.

Duruibe, J., Ogwuegbu, C., & Egwurugwu, J. (2007). Contaminación de Metales Pesados y Efectos Biotóxicos Humanos. *International Journal of Physical Sciences. pp, 112-118.*

Earthworks Fact Sheet: Hardrock Mining and Acid Mine Drainage. Recuperado en http://www.earthworksaction.org/pubs/FS_AMD.pdf

El Espectador. (2015, septiembre 3). El último aliento de Cerro Matoso, la mina de níquel que desaparecería. [Blog]. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/economia/el-ultimo-aliento-de-cerro-matoso-articulo-583841>

Elcinto, M. A. (2000). Efectos del exceso de hierro sobre la salud. *Medicina Naturista, (2), 92-95.*

Fernandes Azevedo B, Barros Furieri L, Peçanha FM, Wiggers GA, Frizera Vassallo P, Ronacher Simões M, Fiorim J, Rossi de Batista P, Fioresi M, Rossoni L, Stefanon I, Alonso MJ, Salaices M, Valentim Vassallo D. (2012). Toxic effects of mercury on the cardiovascular and central nervous systems. *J. Biomed. Biotechnol. 2012: 1-11.*

Fernandes, V., Carcedo, L. A., & Javier, F. (1989). Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería. *Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Industria y Energía. Madrid, 1.*

Fidel, (2010). Distritos mineros y Territorios Indígenas. MINGORANCE. Recuperado de http://www.podion.org/apc-aa_files/a90cd6445b5e2203c85a247e7fa21751/Diagn_sti.._1__1_.pdf.

Foladori, G., (2001). *Controversias sobre sustentabilidadla coevolución sociedad-naturaleza* (No. 304.2 F65).

Fosmire GJ (1990). Zinc Toxicity. *Am. J. Clin. Nutr.* 51(2): 225 -227.

García I. & Dorronsoro C. (2002). Contaminación por metales pesados. Departamento de edafología y química agrícola de España.

González, A (2008). Diseño de Metodología para la Identificación de Pasivos Ambientales Mineros en Colombia. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia.

González, C. (2011). La renta minera y el Plan de Desarrollo 2010-2014. *Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz (INDEPAZ). Bogotá. INDEPAZ Ediciones.*

González, M. V. (2010). La educación sociocultural. *Zaragoza: Certeza. Health Perspect.* 118: A243.

Instituto Tecnológico Geominero de España (Ed.). (1999). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería* (Vol. 2) (pp. 472-497). IGME.

Recuperado de http://es.hesperian.org/hhg/A_Community_Guide_to_Environmental_Health:Cap%C3%ADtulo_21:_La_miner%C3%ADa_y_la_salud

Keeling, A., & Sandlos, J. (2009). Environmental justice goes underground? Historical notes from Canada's northern mining frontier. *Environmental Justice*, 2(3), 117-125. Recuperado de <http://www.busi.mun.ca/gcooke/b9929/readings/arn/env%202009%209%2025.pdf>

Leff, E. (2002). Hacia una pedagogía de la complejidad ambiental. I. Globalización y complejidad ambiental. *Uni-pluri/versidad*, 2(1), 55-60.

Leff, E. (2003). La ecología política en América Latina: un campo en construcción. *Sociedade e Estado*, 18(1-2), 17-40. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/se/v18n1-2/v18n1a02.pdf>

Lenntech Water Treatment and Air Purification (2004). Water Treatment, Published by Lenntech, Rotterdamseweg, Netherlands. Recuperado de www.excelwater.com/thp/filters/WaterPurification.htm

Lenntech. (2017). Arsénico-As [página web]. Recuperado de www.lenntech.es/periodica/elementos/as.htm

Lenntech. (2017). Cadmio-Cd [página web]. Recuperado de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm>

Londoño, F., Londoño, P., Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2).

Lubick N. (2010). Mercury alters immune system response in artisanal gold miners. *Environ.*

Márquez, Reyes, J.A. (2008). Modificación de la Bioaccesibilidad de Residuos Mineros en Presencia de Materia Orgánica Empleando Bacterias Reductoras de Sulfatos. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Pp 60.

Martínez Alier, J. (2003). El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración. *Ecología política: cuadernos de debate internacional*, (26), 165-167. Recuperado de <http://www.seipaz.org/documentos/06Joan%20MARTINEZ%20ALIER%20-%20Universidad%20de%20la%20Tierra,%20nov.%202015.pdf>

Martínez, E. M. (2014). ANÁLISIS CRÍTICO REFLEXIVO SOBRE COMPLEJIDAD AMBIENTAL. *Facultad de Ciencias de la Educación*, 226. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/arje/arj14/arje14.pdf#page=223>

Martínez, L., Villamil, Y., & Peña, D. (2006). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de casos simulados. In *Mesa 4 del I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. Recuperado en: <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/m04p24.pdf>. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/memoriasctsi/mesa4/m04p24.pdf>.

McCluggage D (1991). Heavy Metal Poisoning, NCS Magazine, Published by The Bird Hospital, CO, U.S.A. Recuperado de www.cockatiels.org/articles/Diseases/metals.html

Medina Vargas, I. M., & Mera Artunduaga, M. E. (2013). *La comunidad minera del Cascarillal, sus dinámicas de conflicto y alternativas de transformación [recurso electrónico]* (Doctoral dissertation).

Melo, D., Pe-a, R., Rocha, J., & Torres, A. (2015). El carbón de Colombia ¿quién gana y quién pierde. *Minería, comercio global y cambio climático. Estudios de caso departamentos Cesar y Magdalena*. Editora, 3, 146. Recuperado de <http://tierradigna.org/pdfs/informe-carbon.pdf>

Minminas (2016). análisis del comportamiento del PIB minero cuarto trimestre de 2016. Recuperado de https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23900781/110717_pib_iv_trim_2016.pdf/c5ce64ec-605e-42eb-9e5b-7e8cf21ff43f.

MinMinas. (2003). Glosario técnico minero. Bogotá D.C. República de Colombia. Recuperado de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>

MinMinas. (2009). Así es la Minería. República de Colombia.

Montes Rocha, J. A. (2016). *Efecto de los metales pesados en suelo de jales mineros de San Luis Potosí* (Doctoral dissertation, Agenda Ambiental).

Morales, O. (2003). Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía. *Manual para la elaboración y presentación de la monografía. Mérida, Facultad de Odontología de la Universidad de Los Andes.*

Moreno, J. A., & Ussa, J. E. (2007). Valoración Económica de Pasivos Ambientales Estudio de Caso: Pasivos Generados por el Campo Petrolero Cicuci-Boquete, Mompós, Colombia. *Colombia Forestal*, 11(1), 93-112.

Murillo, P., & Antonio, N. (2013). Condiciones sociales y ambientales de la minería en Zaragoza, base para una propuesta eco-pedagógica.

Nolan K (2003). Copper Toxicity Syndrome, *J. Orthomol. Psychiatry* 12(4): 270 – 282.

Nolasco, S. (2011). Impactos de la minería metálica en Centroamérica. *Centro de investigaciones sobre inversión y comercio (CEICOM). Conflictos mineros.*

Nordberg, G., & Nordberg, G., (sin fecha), Metales: Propiedades químicas y toxicidad productos químicos. Recuperado de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT, 2, 63>.

Ochoa, M. P., & Palacio, N. M. D. (2016). Justicia organizacional, desempeño laboral y discapacidad. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 7(1), 201-222. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5454153.pdf>.

Ogwuegbu MOC, Muhanga W (2005). Investigation of Lead Concentration in the Blood of People in the Copperbelt Province of Zambia, *J. Environ.* (1): 66 – 75.

Orellana, R. (1998), “Conflictos... ¿sociales, ambientales, socioambientales? Conflictos y controversias en la definición de los conceptos”, en Pablo Ortiz (ed.), *Comunidades y conflictos socioambientales: experiencias y desafíos en América Latina*. Quito: Ediciones Abya-Yala, pp. 331-344.

Pachajoa, H., Caicedo, C. A., Saldarriaga, W., & Méndez, F. (2011). Prevalencia de defectos congénitos en un hospital de tercer nivel en Cali (Colombia) 2004-2008. Asociación con edad materna. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 62(2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1952/195222502007/>

Puga, S., Sosa, M., Lebgue, T., Quintana, C., & Campos, A. (2006). Heavy metals pollution in soils damaged by mining industry. *Ecología Aplicada*, 5(1), 2.

Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos. (pp.18-42) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap2901.pdf

Raskin, P. B. A. N., Kumar, S. Dushenkov, and D. E. Salt. (1994). “Bioconcentration of heavy metals by plants,” *Current Opinion in Biotechnology*, vol. 5, no. 3, pp. 285–290.

Roca, A. M. (2007). *La Guajira y el mito de las regalías redentoras*. Banco de la República.

Rodríguez, Y. (2011). Evaluación de la contaminación por metales en pasivos ambientales de actividades metalúrgicas históricas en el distrito minero cerro de san pedro, S.L.P. (México). Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. S.L.P. pp. 10-15, 70-90.

Rodríguez. M. (2012). Un informe contundente: la gestión minero-ambiental al banquillo. *Revista: Economía Colombiana*, 58-71.

Rogers, N., Milne, W., Coumans, C., Teagle, P., & Kuyek, J. (2000). On the ground research: a workshop to identify the research needs of communities affected by large-scale mining, Apr. 14-16, 2000, Ottawa, Canada; workshop report. Recuperado de <https://idlbncidrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/33596/117615.pdf?sequence=1>

Romero Hernández, N. A., & Briceño Soto, J. M. (2009). Fundamentos epistemológicos y educativos para abordar el concepto de naturaleza en cursos de educación ambiental. *Revista electronica Dialógos educativos*, 17.

Rosales, S., Vergara, J., Carrascal, O., & Rojas, C. (2011). Ciencia/Tecnología/Sociedad/Ambiente: algunos elementos a tener en cuenta en un proceso de renovación de la enseñanza de las ciencias. *CITECSA*, 2(2), 49-67.

Santillana, Morato, C. (2009). Caracterización del Polvo como Medio en la Ruta de Exposición en la Zona Minero-Metalúrgica de Matehuala-Villa de la Paz, S.L.P. Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Químicas, Ingeniería y Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Pp.6-51.

Santos, L. M. (2007). *La resolución de problemas matemáticos: fundamentos cognitivos*. Trillas. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/download/23952/24108>.

Semana.com, (2009). Otra guerra en Colombia: represión militar beneficia a mineras que extraen oro. Ciper. Recuperado de <http://ciperchile.cl/2009/07/30/otra-guerra-en-colombia-represion-militar-beneficia-a-mineras-que-extraen-oro/>

Salerno J. (2012). System lupus erythematosus and mercury toxicity. *Personalized Medicine Universe* 1:81-83.

Silbergeld EK, Silva IA, Nyland JF. (2005). Mercury and autoimmunity: implications for occupational and environmental health. *Toxicol Appl Pharmacol.* 207: 282-292.

SINA Política Ambiental. (2002). Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación Nacional.

Stone, A. D. & O'Shaughnessy, J. C. (2005). Chapter 15: sorption, desorption and leaching transport of heavy metals in soils common to new.

Sylvia. (2010). Amazonia: el pulmón del planeta ha sido deforestado en 680 mil km²: Alterinfos América Latina. Recuperado de <https://www.servindi.org/actualidad/26775>

Tanaka, M., Huber, L., Revesz, B., Diez, A., Ricard, X., & de Echave, J. (2007). Minería y conflicto social. *Economía y sociedad*, 65, 7-17.

Torres, M. (1998). La educación ambiental: Una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. Artículo En: *Revista Iberoamericana de educación*. No 16.

Torres, M. (1998). La educación ambiental: Una estrategia flexible, un proceso

Torres, M. (2003). Política nacional de educación ambiental. *SINA. Ministerio de Educación.*

Udedi SS (2003). From Guinea Worm Scourge to Metal Toxicity in Ebonyi State, Chemistry in Nigeria as the New Millennium Unfolds, 2(2): 13–14.

UPME. (2009). El níquel en Colombia. Recuperado de http://www.upme.gov.co/docs/niquel_colombia.pdf

UPME. (2016). Boletín estadístico de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/simco/Documents/Boletin_Estadistico_2012_2016.pdf

Verbel, J. O. (2011). Efectos de la minería en Colombia sobre la salud humana. *Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)*. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38334465/efectos_mineria_colombia_sobre_salud_humana_1.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1507397336&Signature=Y8CIKnyBu8JLOHcpuH2RseFiu4k%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEFECTOS_DE_LA_MINERIA_EN_COLOMBIA_SOBRE.pdf

Worrall A, Neil, D., Brereton D. & Mulligan, D., (2009). Towards a sustainability criteria and indicators framework for legacy mine. *Journal of Cleaner Production* 17, 1426–1434.

Zerraga D. y Frías O. (2003). *Toxicología Ambiental en Minería: Herramientas Para la Evaluación de Impacto*. ESAN- Cuadernos de Difusión (8): 15. Lima, Perú.



Programa Académico Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Fecha

Código del programa: 3467-diu

Resolución del programa: _____

| Día | Mes | Año |
|-----|-----|------|
| 16 | 2 | 2018 |

Título del Trabajo o Proyecto de Grado
UNA REFLEXIÓN DE LA PROBLEMÁTICA COMPLEJA DE LA MINERÍA Y SUS IMPLICACIONES EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

Se trata de:

Proyecto

Informe Final

Director

MARIA CLAUDIA SOLARTE E.

Nombre del Primer Evaluador

YOVANA ALEXANDRA GRAJALES

Nombre del Segundo Evaluador

Estudiantes

| Nombres y Apellidos | Código | Plan | E-mail | Teléfonos de contacto |
|----------------------------------|---------|----------|-------------------------|-----------------------|
| FELIPE ALEJANDRO QUIROZ LONDOÑO. | 1223500 | 3467-DIU | felipeaquiroz@gmail.com | 3178910987 |
| | | | | |

Evaluación

Aprobado

Meritorio

Laureado

Aprobado con recomendaciones

No Aprobado

Incompleto

En el caso de ser **Aprobado con recomendaciones** (diligenciar la página siguiente), éstas deben presentarse en un plazo máximo de _____ (máximo un mes) ante:

Director del Trabajo o Proyecto de Grado

Primer Evaluador

Segundo Evaluador

En el caso de que el Informe Final se considere **Incompleto** (diligenciar la página siguiente), se da un plazo máximo de _____ semestre (s) para realizar una nueva reunión de Evaluación el: _____

En el caso que no se pueda emitir una evaluación por falta de conciliación de argumentos entre Director, Evaluadores y Estudiantes; expresar la razón del desacuerdo y las alternativas de solución que proponen (diligenciar la página siguiente).

Firmas

| | | |
|--|--------------------|-------------------|
| | | |
| MARIA CLAUDIA SOLARTE E. | YOVANA A. GRAJALES | |
| Director del Trabajo o Proyecto de Grado | Primer Evaluador | Segundo Evaluador |

Recomendaciones

Observaciones

Razón de desacuerdo - Alternativas

Si se considera necesario, usar hojas adicionales.

Firmas

| | | |
|--|---------------------------|-------------------|
| | | |
| MARIA CLAUDIA SOLARTE E. | YOVANA ALEXANDRA GRAJALES | |
| Director del Trabajo o Proyecto de Grado | Primer Evaluador | Segundo Evaluador |